

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Universidad Nacional de La Plata



Roya de la hoja y mancha amarilla en trigo:
Principales efectos sobre componentes ecofisiológicos
involucrados en la generación de biomasa y
rendimiento

*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae en Protección
Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad
Nacional de La Plata*

Ing. Agr. Matías Schierenbeck

Director: PhD. MSc. Ing. Agr. María Rosa Simón

Co-Director: Dr. Ing. Agr. Daniel Julio Miralles

Jurado de Tesis: MSc. Ing. Agr. Juan Gerardo Annone

Jurado de Tesis: Dra. Ing. Agr. Azucena del Carmen Ridaó

Jurado de Tesis: Dr. Lic. Eduardo Alberto Tambussi

Fecha de defensa de tesis: 16 de noviembre de 2015

- *Esta tesis esta dedicada a Evangelina, por su amor, apoyo y empuje durante toda la carrera.*
- *A mis padres, hermanos y abuela por su apoyo durante toda la carrera.*
- *Y a mis perros*
- *Un especial agradecimiento a la Dra. María Rosa Simón por su constante dedicación y apoyo a lo largo del desarrollo de este trabajo.*
- *Al Dr. Daniel J. Miralles, por su generosa colaboración en la redacción de la tesis*
- *A mis compañeros y amigos de la Cátedra de Cerealicultura, con quienes compartí horas entrañables a lo largo de este camino de formación profesional y personal*
- *Al Ing. Agr Martín Pardi y personal no-docente de la Estación Experimental J.Hirschorn por su colaboración en la conducción de los ensayos a campo*

Trabajos publicados en Revistas científicas

1. **Schierenbeck, M.**, Fleitas, M.C., Simón, M.R. **2014. Componentes ecofisiológicos involucrados en la generación de biomasa afectados por enfermedades foliares en trigo.** Revista Agronómica del Noroeste Argentino 34 (2): 247-250. ISSN: 0080-2069 (impresa) y 2314-369X (en línea) (Publicado)
2. Fleitas, M.C., **Schierenbeck, M.**, Simón, M.R. **2014. Efecto de la roya de la hoja sobre el rendimiento y la calidad de trigo en cultivares de diferente grupo de calidad.** Revista Agronómica del Noroeste Argentino 34 (2): 215-218. ISSN: 0080-2069 (impresa) y 2314-369X (en línea) (Publicado)
3. **Schierenbeck, M.**, Fleitas, M.C., Golik, S.I., Simón, M.R. **2015. Dinámica de área foliar verde y producción de biomasa aérea frente a infecciones de mancha amarilla y roya de la hoja.** Revista Técnica de Cultivos invernales AAPRESID 2015. 22: 53-61. ISSN: 1850-0633 (Publicado)
4. Fleitas, M.C., **Schierenbeck, M.**, Golik, S.I., Simón, M.R. **2015. Tolerancia de cultivares de trigo a roya de la hoja y mancha amarilla.** Revista Técnica de Cultivos invernales AAPRESID 2015. 22: 62-66. ISSN: 1850-0633 (Publicado)
5. **Schierenbeck, M.**, Fleitas, M.C., Golik, S.I., Simón, M.R. **2015. Generación de biomasa y rendimiento en trigo frente a infecciones de *Puccinia triticina* y *Pyrenophora tritici-repentis*.** Revista FAVE, Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. ISSN 1666-7719 versión impresa; ISSN 2346-9129 versión on-line - (Enviado).

Trabajos completos en Actas de Congresos

1. **Schierenbeck, M.**; Fleitas, M.C.; Simón, M.R. **2013. Efecto de mancha amarilla y roya de la hoja sobre la biomasa aérea, radiación interceptada acumulada y eficiencia en el uso de la radiación de distintos cultivares de trigo.** 26 páginas. Top Ciencia Basf. 18-19 julio de 2013, Buenos Aires
2. Fleitas, M.C.; **Schierenbeck, M.**; Gerard, G.S.; Simón, M.R. **2013. Efecto de mancha amarilla y roya de la hoja sobre el rendimiento y calidad comercial de trigo.** 25 páginas. Top Ciencia Basf. 18-19 julio de 2013, Buenos Aires
3. **Schierenbeck, M.**; Fleitas, M.C.; Golik, S.I.; Simón, M.R. **2015 Enfermedades fúngicas foliares en trigo: Influencia sobre variables ecofisiológicas involucradas en la generación de biomasa y rendimiento.** 25 páginas. Top Ciencia Basf. 29-30 julio de 2015, Mendoza, Argentina

Resúmenes y resúmenes expandidos en Actas de Congresos

1. **Schierenbeck, M., Simón, M.R., Fleitas, M.C. 2013. Influencia de roya de la hoja y mancha amarilla del trigo sobre la biomasa aérea y atributos fisiológicos asociados en cultivares argentinos.** XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 1 al 5 de Octubre de 2013, Lambayeque - Perú. Revista Fitopatología de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología (ALF online): N° 2: 2013. ISSN 0430-6155
2. **Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Cortese, F., Simón, M.R. 2013. Efecto de la mancha amarilla sobre el rendimiento y la calidad de trigo en cultivares de diferente grupo de calidad.** XXII Congreso Peruano y XVII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. 1 al 5 de Octubre de 2013, Lambayeque - Perú. Revista Fitopatología de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología (ALF online): N° 2: 2013. ISSN 0430-6155
3. **Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Simón, M.R. 2014. Eficiencia de uso de la radiación como predictor de la tolerancia a enfermedades foliares en trigo.** Seminario Internacional Trigo 2014: “1914-2014” Un siglo de mejoramiento de trigo en La Estanzuela. 27 al 29 de agosto de 2014, Colonia de Sacramento-Uruguay. Libro de resúmenes Pág: 59.
4. **Simón, M.R., Castro A.C, Fleitas, M.C., Schierenbeck, M. 2014. Tolerance to foliar diseases in wheat cultivars. Eucarpia Cereals Section & Joint Conference: Cereals for food, feed and fuel- Challenge for global improvement.** Warnigerode, Alemania. 29 junio al 4 de julio de 2014. En Book of abstracts: Pág 274.
5. **Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Simón, M.R. 2015. Radiation use efficiency on wheat: Comparative effects of biotrophic and necrotrophic fungal pathogens.** 9th International Wheat Conference 2015. 20-25 septiembre Sidney, Australia (Aceptado).
6. **Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Golik, S.I., Simón, M.R. 2015. Association of disease tolerance with yield potential of wheat in the presence of tan spot and leaf rust.** 9th International Wheat Conference 2015. 20-25 septiembre Sidney, Australia (Aceptado).
7. **Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Simón, M.R. 2015. Quality response to tan spot associated with green canopy area duration in wheat.** 9th International Wheat Conference 2015. 20-25 septiembre Sidney, Australia (Aceptado).

8. **Schierenbeck, M.,** Fleitas, M.C., Golik, S.I., Simón, M.R. **2015. Generación de biomasa y rendimiento en trigo frente a infecciones de *Puccinia triticina* y *Pyrenophora tritici-repentis*.** XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 7-9 Octubre, Ciudad de Santa Fé, Argentina (Aceptado).

Informes técnicos

1. **Schierenbeck, M.,** Fleitas, M.C., Golik, S.I., Pardi, M., Simón, M.R.,. 2014. **Eficiencia en el uso de la radiación en trigo: Efecto diferencial de patógenos biotróficos y necrotróficos.** 4ta Entrega de las actividades de docencia, investigación y extensión de la Estación Experimental Julio Hirschhorn. (disponible en <http://hdl.handle.net/10915/37091>)
2. Fleitas, M.C., **Schierenbeck, M.,** Golik, S.I., Pardi, M., Simón, M.R. 2014. **Efecto de la mancha amarilla sobre el rendimiento y la calidad de trigo en cultivares de diferente grupo de calidad.** 4ta Entrega de las actividades de docencia, investigación y extensión de la Estación Experimental Julio Hirschhorn. (disponible en <http://hdl.handle.net/10915/37091>)

Organización de la tesis

	Página
Índice tablas	VII
Índice figuras	XI
Abreviaturas	XVI
Resumen	XVIII
Abstract	XIX

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Importancia del trigo, situación mundial y nacional	1
1.2 Principales características de mancha amarilla y roya de la hoja	2
1.3 Generación de biomasa: Efecto de mancha amarilla y roya de la hoja	6
Hipótesis	8
Objetivos	9

Capítulo 2: MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

2.1 Datos climáticos y de suelo	11
2.2 Preparación suelo y diseño del ensayo	11
2.3 Preparación del inóculo	15
2.4 Análisis estadístico	16

Capítulo 3: SEVERIDAD CAUSADA POR LA MANCHA AMARILLA Y ROYA DE LA HOJA Y SU EFECTO SOBRE EL INDICE DE ÁREA FOLIAR

3.1 Introducción	17
3.2 Materiales y métodos	20
3.3 Resultados	
3.3.1. Condiciones climáticas	21
3.3.2. Severidad y Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)	23
3.3.3 Índice de Verdor (SPAD)	35
3.3.4. Índice de Área foliar total y Duración de área foliar total	39
3.3.5. Índice de área foliar verde y Duración de área foliar verde	51
3.3.6. % Índice de área foliar no verde / Índice de área foliar total (%AFNV)	60
3.3.7 Índice de área foliar verde por estratos EC39 y EC60	68
3.3.8 Tasa de caída del IAFV por estratos en el periodo EC39-EC60	72
3.4 Discusión	88

Capítulo 4: INFLUENCIA DE MANCHA AMARILLA Y ROYA DE LA HOJA SOBRE LA GENERACIÓN DE BIOMASA Y SUS ATRIBUTOS

4.1 Introducción	92
4.2 Materiales y métodos	95
4.3 Resultados	
4.3.1 Generación de Biomasa aérea en EC39, EC60 y EC82 y tasa de crecimiento en el periodo EC39-EC82	97
4.3.2 Radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y absorbida (RFAa) en EC1-EC82 y por subperiodos	105
4.3.3. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (EURint) y absorbida (EURabs)	117
4.4 Discusión	124

Capítulo 5: INFLUENCIA DE MANCHA AMARILLA Y ROYA DE LA HOJA SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

5.1 Introducción	128
5.2 Materiales y métodos	130
5.3 Resultados	
<i>5.3.1 Rendimiento y componentes</i>	<i>130</i>
5.4 Discusión	141

Capítulo 6: DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

6.1 Discusión general	145
6.2 Conclusiones	151
6.3 Significancia de esta investigación y nuevos interrogantes	152
Bibliografía	155

INDICE TABLAS

Tabla 2.1: Análisis de suelo en el sitio de los ensayos. Página 11

Tabla 2.2: Breve descripción de los cultivares utilizados para el ensayo (información brindada por los criaderos). Página 12

Tabla 3.1. Valor p (ANVA) de la severidad y área bajo la curva de progreso de la enfermedad para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 24

Tabla 3.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Severidad en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 30

Tabla 3.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 33

Tabla 3.4. Valores p (ANVA) de SPAD para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 36

Tabla 3.5. Valores de p (ANVA) de IAF total, duración de área foliar total y tasa de caída del IAF para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 39

Tabla 3.6. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa de caída de IAF EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 49

Tabla 3.7. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de la Duración de área foliar total (DAFT) en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 50

Tabla 3.8. Valores p de (ANVA) de IAF verde, Duración de área foliar verde y tasa de caída de IAFV para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 51

Tabla 3.9. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Duración de Área Foliar Verde en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 58

Tabla 3.10. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* para la Tasa de caída del IAFV EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 59

Tabla 3.11. Valores de p (ANVA) de % AFNV y tasa de incremento de %AFNV para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 60

Tabla 3.12. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de la Tasa de incremento %AFNV para el periodo EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 67

Tabla 3.13. Valores *p* (ANVA) de IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo en el estadio EC39. Página 68

Tabla 3.14. Valores *p* (ANVA) de IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo en el estadio EC60. Página 69

Tabla 3.15. Valores *p* (ANVA) de Tasa caída IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 73

Tabla 3.16. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 84

Tabla 3.17. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-1 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 85

Tabla 3.18. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-2 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 86

Tabla 3.19. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-3 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 87

Tabla 4.1. Valores *p* (ANVA) de Biomasa aérea y tasa de crecimiento del cultivo para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 97

Tabla 4.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Biomasa aérea en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 103

Tabla 4.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa de crecimiento en el periodo EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 104

Tabla 4.4. Valores *p* (ANVA) de Radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y absorbida (RFAa) durante los periodos EC1-EC82, EC39-EC60 y EC60-EC82 para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 105

Tabla 4.5. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación interceptada acumulada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo en el periodo EC1-EC82 durante 2012 y 2013. Página 115

Tabla 4.6. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación absorbida acumulada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con en diez cultivares de trigo en el periodo EC1-EC82 durante 2012 y 2013. Página 116

Tabla 4.7. Valores *p* (ANVA) de Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (EURint) y absorbida (EURabs) para 2012 y 2103 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo. Página 117

Tabla 4.8. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Eficiencia en el uso de la radiación interceptada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 120

Tabla 4.9. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Eficiencia en el uso de la radiación absorbida en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 123

Tabla 5.1. Valores *p* (ANVA) de rendimiento y sus componentes para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo. Página 131

Tabla 5.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Peso de mil granos en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 137

Tabla 5.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Número de granos.espiga⁻¹ en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 138

Tabla 5.4. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Número de granos.m⁻² en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 139

Tabla 5.5. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Rendimiento en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013. Página 140

INDICE FIGURAS

Figura 1.1: a- Síntomas en hojas; b- Estructuras de penetración y nutrición de *P.triticina*; c- Ciclo completo de la enfermedad. Página 3

Figura 1.2: a- penetración y colonización producida por *Py.tritici-repentis* b-Síntomas en hojas provocados por *Py.tritici-repentis*; d- Ciclo completo de la enfermedad. Página 5

Figura 2.1. a- Siembra del ensayo; b-Tamaño de parcelas (5,5 m x 1,4 m); c-Vista parcial de bloque (36 parcelas), d y e- Vista parcial de la parcela principal de *Py. tritici-repentis* en EC39 (108 parcelas). Página 14

Figura 2.2. a y b- Colonias de *Pyrenophora tritici-repentis* utilizadas para la inoculación. Página 15

Figura 2.3 a- Multiplicación de esporas de *Puccinia triticina* en invernáculo; b- Balanza analítica utilizada para el peso de las esporas de *P. triticina* para la posterior inoculación en el campo. Página 16

Figura 3.1. Temperatura media y precipitaciones registradas durante 2012 y 2013 en la localidad de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Página 22

Figura 3.2. Humedad relativa ambiente y radiación incidente registradas durante 2012 y 2013 en la localidad de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, Argentina. Página 23

Figura 3.3. % Severidad promedio en el estadio EC39 para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD p=0.05). Página 25

Figura 3.4. % Severidad promedio en el estadio EC60 para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD p=0.05). Página 26

Figura 3.5 a y b. % Severidad promedio en el estadio EC60 para el año 2012 (Figura a) y 2013 (figura b) para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD p=0.05). Página 27

Figura 3.6 a y b. % Severidad promedio en el estadio EC82 para el año 2012 (Figura a) y 2013 (figura b) para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD p=0.05). Página 29

Figura 3.7. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y patógeno son significativamente iguales (LSD p=0.05). Página 31

Figura 3.8. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes

tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 32

Figura 3.9 a y b. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares en 2012 (Figura a) y 2013 (Figura b). Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 34

Figura 3.10. Índice de Verdor promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para el factor *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares en promedio de 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 37

Figura 3.11 a y b. Índice de Verdor promedio en el estadio EC 60 (Figura a) y EC82 (Figura b) para la interacción *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 38

Figura 3.12. Índice de área foliar total promedio (IAFT) en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inocular), ■ (BCI) y ♦ (ACI). Los valores de tasa de caídas del IAF se indican en el gráfico. Página 41

Figura 3.13. Duración de área foliar total promedio para el tratamiento *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 42

Figura 3.14a y b. Índice de área foliar total promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y b) *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste promedio para todos los genotipos. Página 44

Figura 3.15. Duración de área foliar total promedio para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 45

Figura 3.16 a y b. Índice de área foliar total promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con a) *Py. tritici-repentis* (Figura a) y b) *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Las líneas punteadas indica la regresión para cada tratamiento de inoculación. Página 46

Figura 3.17. Duración de área foliar total promedio para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de

inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 48

Figura 3.18. Índice de área foliar verde (IAFV) promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ■ (BCI) y ● (ACI). Las líneas punteadas indican la regresión de las variables para cada nivel de inoculación. Página 53

Figura 3.19. Duración de área foliar verde promedio para el tratamiento *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 54

Figura 3.20 a y b. Índice de área foliar verde promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste promedio para todos los genotipos. Página 56

Figura 3.21. Duración de área foliar verde promedio para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 57

Figura 3.22. Porcentaje de Área foliar no verde (%AFNV) en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para la interacción *Año x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 62

Figura 3.23 a y b. Porcentaje de Área foliar no verde (%AFNV) promedio en EC 39, EC 60 y EC82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 63

Figura 3.24 a y b. Porcentaje área foliar no verde promedio (%AFNV) en EC 39, EC 60 y EC82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste de la regresión lineal para el conjunto de genotipos. Página 65

Figura 3.25 a y b. Índice de área foliar verde promedio por estratos en el estadio EC39 (Figura a) y EC60 (Figura b) para el factor *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estrato son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 71

Figura 3.26 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez

cultivares durante a) 2012 y b) 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 75

Figura 3.27 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-1 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ♦ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a la regresión de los distintos tratamientos de inoculación. Página 77

Figura 3.28 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-2 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ♦ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a las regresiones de los tratamientos de inoculación. Página 80

Figura 3.29 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-3 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ♦ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a la regresión de los tratamientos de inoculación. Página 82

Figura 4.1 a y b- Muestreo de biomasa aérea en 1,5 m lineales en el estadio EC 39. Página 96

Figura 4.2. Tasa de crecimiento promedio en el periodo EC39-EC82 para el factor *Patógeno* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 98

Figura 4.3. Tasa de crecimiento del cultivo en el periodo EC39-EC82 y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 99

Figura 4.4 a y b. Biomasa aérea promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para el factor *Año x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 (figura a) y 2013 (figura b). Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 100

Figura 4.5. Biomasa aérea promedio en el estadio EC 82 para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 102

Figura 4.6 a y b. Radiación fotosintéticamente activa interceptada acumulada (EC1-EC82) y en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y

2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada subperiodo y tratamientos de inoculación son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 108

Figura 4.7 a y b. Radiación fotosintéticamente activa absorbida acumulada (EC1-EC82) y en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P.triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 110

Figura 4.8 a y b. Radiación fotosintéticamente activa absorbida acumulada (\diamond EC1-EC82) en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* para 2012 (Fig. a) y 2013 (Fig. b) en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P.triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar y subperiodo son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 113

Figura 4.9. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada y absorbida promedio para la interacción *Año x Patógeno* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 118

Figura 4.10 a y b. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada promedio (Figura a) y Eficiencia en el uso de la radiación absorbida promedio (Figura b) para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Página 119

Figura 4.11 a y b. Eficiencia en el uso de la radiación absorbida (Figura a) y Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (Figura b) y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 121

Figura 5.1. Peso de mil granos y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 133

Figura 5.2. Número de granos por espiga y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 134

Figura 5.3. Número de granos.m² y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 135

Figura 5.4. Rendimiento promedio y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Página 135

Abreviaturas

ABCPE: Área bajo la curva del progreso de la enfermedad

ANVA: Análisis de la varianza

ACI: Alta concentración de inóculo (mL/L^{-1} suspensión)

BCI: Baja concentración de inóculo (mL/L^{-1} suspensión)

SI: Sin inóculo

k : Coeficiente de extinción lumínica

DAFT: Duración de área foliar total (días)

DAFV: Duración de área foliar verde (días)

E_i=Eficiencia en la intercepción de la radiación (%)

E_a=Eficiencia en la absorción de la radiación (%)

EC: Estadio fenológico

EURabs: Eficiencia de uso de la radiación absorbida por tejido verde ($\text{g materia seca.MJ}^{-1}$)

EURint: Eficiencia de uso de la radiación interceptada por el canopeo ($\text{g materia seca.MJ}^{-1}$)

HB: Hoja bandera

HB-1: Hoja inmediatamente inferior a la HB

HB-2: Hoja inmediatamente inferior a la HB-1

HB-3: Hoja inmediatamente inferior a la HB-2

HB-4: Hoja inmediatamente inferior a la HB-3

HB-5: Hoja inmediatamente inferior a la HB-4

IAF: Índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{ hoja.m}^{-2} \text{ suelo}$)

IAFe: Índice de área foliar por estrato foliar ($\text{m}^2 \text{ hoja.m}^{-2} \text{ suelo}$)

IAFT: Índice de área foliar total ($\text{m}^2 \text{ hoja.m}^{-2} \text{ suelo}$)

IAFV: Índice de área foliar verde ($\text{m}^2 \text{ hoja.m}^{-2} \text{ suelo}$)

IAFNV: Índice de área foliar no verde ($\text{m}^2 \text{ hoja.m}^{-2} \text{ suelo}$)

IC: Índice de cosecha

%AFNV: Porcentaje de área foliar no verde sobre el índice de área foliar total

MA: Mancha amarilla

RH: Roya de la hoja

Py.tritici-repentis: *Pyrenophora tritici-repentis*

P.triticina: *Puccinia triticina*

PMG: Peso de mil granos (g)

NESP: Número de espigas (m^2)

NGE: Número de granos por espiga

NGT: número de granos por unidad de superficie (m^2)

RFAi: Radiación fotosintéticamente activa interceptada ($\text{MJ.m}^2.\text{dia}^{-1}$)

RFAa: Radiación fotosintéticamente activa absorbida por tejido verde ($\text{MJ.m}^2.\text{dia}^{-1}$)

Rinc: Radiación incidente

cm^3 : centímetro cúbico

t: Tonelada

g: Gramo

ha: Hectárea

L: litro
MJ: Mega Joule
mm: Milímetros
mg: miligramos
mL: mililitro
kg: Kilogramo
m²: metro cuadrado
°C: grados centígrados
HR: Humedad relativa
h: horas

Resumen

La mancha amarilla (MA) (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem) y la roya de la hoja (RH) (*Puccinia triticina* Eriks) constituyen una de las principales restricciones bióticas que afectan la expresión de los rendimientos del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en todo el mundo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un patógeno fúngico biotrófico (*P. triticina*), y un necrotrófico (*Py. tritici-repentis*) inoculados separadamente sobre los atributos ecofisiológicos vinculados a la generación de biomasa y rendimiento. Se condujo un ensayo durante 2012-2013 en la Estación Experimental J.Hirschhorn (FCAyF-UNLP; La Plata, Argentina) utilizando un diseño experimental en parcela dividida con tres repeticiones. Las parcelas principales fueron las inoculaciones de los patógenos (*Py. tritici-repentis* y *P. triticina*). La sub-parcela fueron: 1- sin inóculo (SI), 2-baja concentración de inóculo (BCI) y 3-alta concentración de inóculo (ACI). Como sub-sub-parcela se sembraron diez cultivares comerciales. Las evaluaciones se realizaron en EC39, EC60 y EC82 y consistieron en la determinación de la severidad, biomasa aérea, índice de área foliar verde (IAFV), duración del área foliar verde (DAFV), radiación fotosintéticamente activa absorbida (RFAa), eficiencia de uso de la radiación (EUR), rendimiento y sus componentes. Con respecto al tratamiento SI, los patógenos redujeron la biomasa (7,8 en BCI y 20,2% en ACI) explicada por disminuciones en el IAFV/DAFV y la RFAa, siendo estas disminuciones más notorias ante MA. La EUR presentó mayores disminuciones ante inoculaciones con RH. La reducción en el rendimiento (15,2 a 19,9%) se debió a las disminuciones que los patógenos provocaron en el número de granos.espiga⁻¹ (12,9% para MA y 18,7 % para RH) y en el peso de mil granos (6,3% para MA y 9,4 % para RH). Los resultados indican que MA (necrotrófico) afectó más la absorción de radiación, en tanto que RH (biotrófico) afectó más la EUR, probablemente por la interacción particular en la relación patógeno-hospedante.

Abstract

Tan spot (TS) [*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., anamorph *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.] and leaf rust (LR) (*Puccinia triticina* Eriks) are major diseases worldwide and have become some of the main biotic causes of yield reductions in wheat (*Triticum aestivum* L.). The present study was designed to determine the effects of artificial inoculations of foliar pathogens with different nutritional habits 1) *Py. tritici-repentis* (necrotroph) and 2) *P. triticina* (biotroph) on the physiological components of biomass and yield production in Argentine bread wheat cultivars. Field experiments were carried out in 2012-2013 at the Experimental Station J. Hirschhorn (FCAyF-UNLP), La Plata-Argentina. An experimental design of split-split-plot with three replications was adopted in this study. The main plots were: 1- *Py. tritici-repentis* and 2- *P. triticina*. Subplots were inoculation treatments: 1- Without inoculation (WI), 2- Low dose of inoculation treatment (LD), 3- High dose of inoculation treatment (HD). Ten wheat cultivars were the sub-subplots. Disease severity, green leaf area index (GLAI), healthy area duration (HAD), aboveground biomass, absorbed photosynthetic active radiation (APAR) and radiation use efficiency (RUE) were measured in GS39, GS60 and GS82. Increases of inoculum concentration of foliar diseases decreased biomass production between 7.8-20.2% mainly explained by reductions in GLAI/HAD and decreases on APAR, with higher declines under tan spot inoculations. A detrimental effect in the RUE was detected under *P. triticina* inoculations. Reductions on yield between 15.2-19.9% were supported by decreases on kernels per spike (12.9% for TS and 18.7 % for LR) and thousand kernels weight (6.3% for TS and 9.4% for LR). Inoculations of *Py. tritici-repentis* (necrotroph) generate greater reductions in GLAI and APAR compared with LR. A detrimental effect was detected on RUE when *P. triticina* (biotroph) was inoculated that could be associated with the nutritional habit of the pathogen that produces important changes in the physiology of the host.

Capítulo 1

Introducción general

1.1 Importancia del trigo, situación mundial y nacional

El trigo (*Triticum aestivum* (L.) Thell.) es junto con el maíz y el arroz uno de los tres cereales de mayor producción mundial y el más ampliamente consumido por la cultura occidental desde la antigüedad. Su grano es una fuente clave de nutrientes y de energía para nuestra civilización, constituyendo la principal fuente de hidratos de carbono y de proteína de origen vegetal, ambos esenciales para la alimentación humana (FAO, 2015). El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*Poaceae*), siendo las especies más cultivadas *Triticum aestivum* (trigo pan) y *T. turgidum* var. *durum* (trigo fideo). El trigo pan es el cereal panificable más cultivado en el mundo, ocupando aproximadamente un sexto del total de los suelos cultivados (Satorre y Slafer, 1999). Su distribución geográfica mundial es muy amplia a causa de su gran importancia como fuente de alimento y a su gran variabilidad genética en la respuesta fisiológica al fotoperíodo y temperatura, incluyendo la vernalización.

La producción mundial de trigo para la campaña 2013/2014 se ubicó en 715 millones de toneladas en una superficie cosechada de 219 millones de hectáreas (FAO, 2015). Byrnes y Bumb (1998) estimaron que para el año 2025 la producción de trigo deberá superar las 1000 millones de toneladas para suplir la creciente demanda mundial. Teniendo en cuenta esta proyección el rendimiento promedio mundial debería llegar a 4,4 t/ha. Según Slafer *et al.* (1996) la posibilidad de incrementar la producción mundial mediante el aumento de la superficie sembrada parece poco probable, ya que en cultivos como trigo dicha área no ha mostrado cambios de importancia desde mediados del siglo XX hasta la fecha. Ante esta problemática, diversos autores concuerdan en que el aumento del rendimiento es la estrategia más factible para alcanzar los niveles de demanda proyectados (Evans, 1999; Borlaug, 2007). Lo mencionado anteriormente constituye un desafío muy grande para la agricultura mundial ya que actualmente, el rendimiento promedio se

encuentra cercano a las 3,26 t/ha siendo los principales productores la Unión Europea (146,2 mill t), China (124 mill t), India (95,85 mill t), Rusia (53 mill t), USA (52,8 mill t), Canadá (28,5 mill t). Por su parte, Argentina promedió en los últimos cinco años una producción de 11,99 millones de toneladas con una superficie sembrada de 4 millones de ha y un rendimiento promedio de 2,99 t/ha (Statista, 2015; FAO, 2015).

1.2 Principales características de mancha amarilla y roya de la hoja

Las enfermedades foliares constituyen uno de los principales factores bióticos que limitan la expresión de los rendimientos y calidad del cultivo de trigo en todo el mundo (Oerke y Dehne, 1997; Annone *et al.*, 2001; Simón *et al.*, 2002; Oerke y Dehne, 2004; Duveiller *et al.*, 2007; Carretero, 2011). En Argentina, por la difusión, frecuencia de aparición y niveles de desarrollo epidémico que alcanzan, se considera que las de mayor importancia relativa son aquellas enfermedades fúngicas que afectan tejidos foliares como la roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks), la mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem y la mancha de la hoja (*Septoria tritici* Roberge in Desmaz., teleomorfo *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schroeter. in Cohn). Estas varían en importancia según el año y la subregión triguera, de acuerdo entre otros factores, a las condiciones climáticas, ambientales y a la susceptibilidad de los cultivares.

La roya de la hoja (RH) es un patógeno biotrófico que obtiene los nutrientes exclusivamente de tejidos vivos y utiliza estos recursos para su crecimiento y esporulación (Cook *et al.*, 1978; Martino, 1994; Ciuffetti y Tuori, 1999; Voegelé y Magden, 2011; Ney *et al.*, 2013) (Figura 1.1a y 1.1b). Para esto requiere condiciones climáticas particulares, siendo favorables para su desarrollo temperaturas de 15 a 22 °C, con una óptima de 20 °C y un período de mojado de hoja o rocío no menor a 6 horas (Prescott *et al.*, 1986). *P. triticina* puede completar su ciclo de infección a formación de nuevas pústulas en períodos relativamente cortos (8 a 10 días), por lo que su desarrollo epidémico se hace exponencial en forma rápida (Roelf *et al.*, 1992) (Figura 1.1c).

Los síntomas generados por *P. triticina* se presentan como pústulas rojizo-anaranjadas subepidérmicas (Figura 1.1a). Los uredosoros de aproximadamente 2 mm se distribuyen irregularmente en el haz de la hoja, pudiendo alcanzar las vainas y espiguillas.

Al final del ciclo del cultivo aparecen teleosoros castaño oscuros a negros, dispuestos al azar en el envés de las hojas y en las vainas.

En el país se han detectado reducciones en el rendimiento de hasta de 40 a 50% en cultivos ante infecciones tempranas de este patógeno (Pérez Fernández, 2000; Annone *et al.*, 2001).

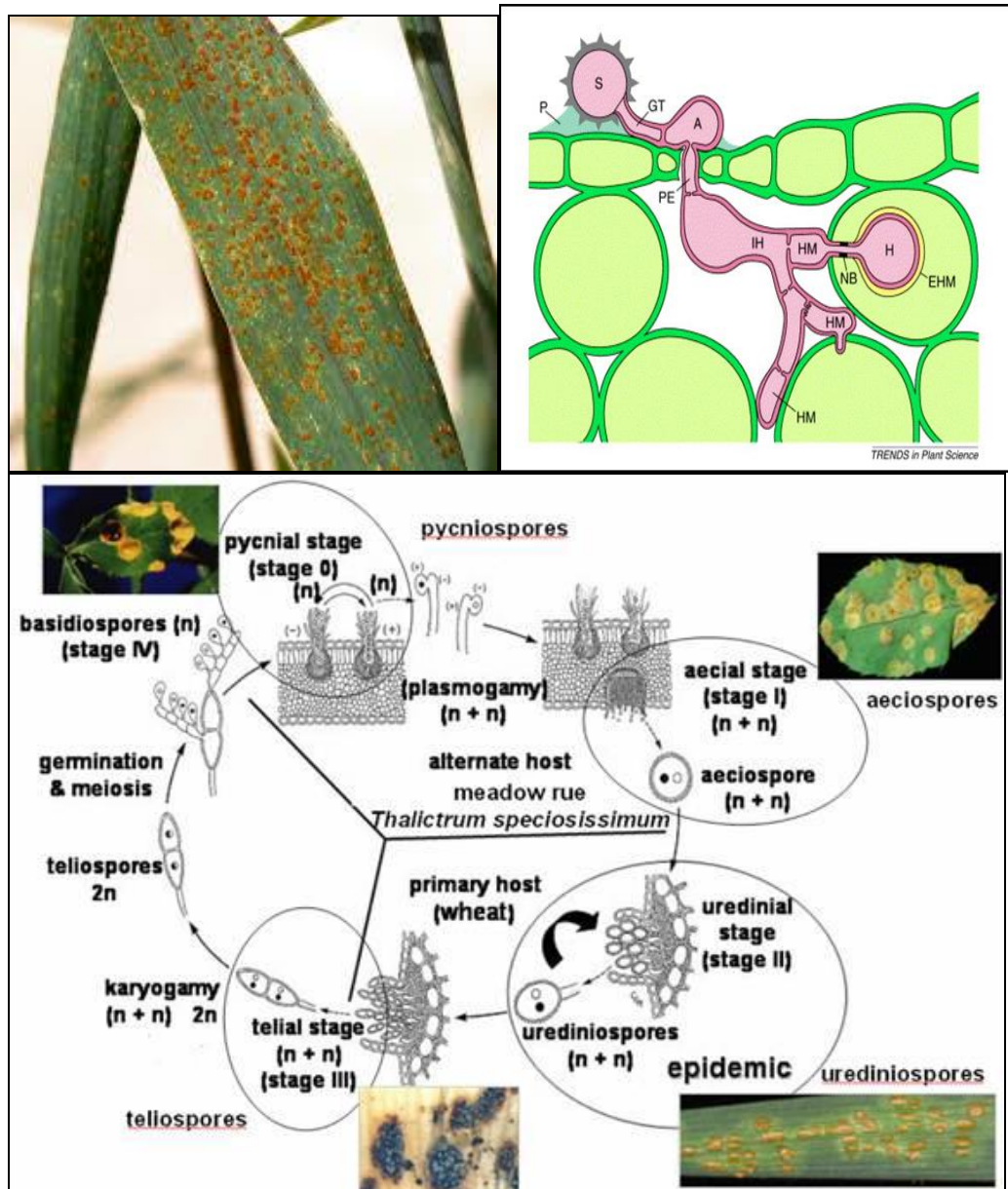


Figura 1.1: a- Síntomas en hojas; b- Estructuras de penetración y nutrición de *P. tritici* (Adaptado de Mendgen y Hahn, 2002); c- Ciclo completo de la enfermedad (Adaptado de Alexopoulos *et al.*, 1996).

Py. tritici repentis el agente causal de la mancha amarilla (MA) pertenece al grupo de los patógenos necrotróficos por lo que obtiene los nutrientes necesarios para su crecimiento de tejido muertos, luego de matar a tejidos del hospedante por secreción de toxinas (Ptr ToxA, Ptr ToxB y Ptr ToxC) que generan la degradación de las paredes celulares y consecuentemente las características lesiones cloróticas y necróticas (Wegulo, 2011; Ney *et al.*, 2013) (Figura 1.2a y 1.2b). Este patógeno puede generar inóculo, infectar al trigo y causar lesiones en un rango considerablemente amplio de condiciones ambientales. Esos procesos ocurren normalmente con temperaturas de 10 a 30 °C (siendo óptimas 19-22 °C) y períodos de 6 a 48 h de alta humedad relativa (Moreno *et al.*, 2012). La mayoría de los cultivares de trigo son severamente afectados después de ser expuestos a alta humedad relativa por 48-54 h después de inoculados. El desarrollo intenso de lesiones severas de la enfermedad es más favorecido por períodos prolongados con formación de rocío sobre los tejidos foliares que por precipitaciones (Annone, 2001). La incidencia creciente de MA ha sido atribuida a cambios en las prácticas culturales, tales como el aumento en la superficie bajo siembra directa, rotaciones cortas, monocultivo de trigo y la utilización de variedades susceptibles. Además, el cambio en el manejo del rastrojo ha sido señalado como el principal factor del incremento de la incidencia de la enfermedad en Australia y otras áreas del mundo. En áreas donde se ha evidenciado una disminución de la roya del tallo y de la hoja debido a la liberación de germoplasma resistente, se ha experimentado un incremento en la predominancia de mancha amarilla (Ciuffetti y Tuori, 1999; Pastore, 2008).

El agente causal de la mancha amarilla se propaga principalmente por medio de esporas (ascosporas y conidios) que se originan en lesiones de plantas de trigo establecidas naturalmente, y en lesiones de algunas malezas y pastos naturales que funcionan como hospedantes. En este sentido, se lo ha encontrado afectando a varias especies de *Agropyron* y *Elymus*, *Andropogon gerardi*, *Alopecurus arundinaceus*, *Dactylis glomerata*, *Bromus inermis*, *Phalaris arundinacea*, cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*) y avena (*Avena sativa*), entre otros hospedantes (Carmona *et al.*, 1999). Las esporas de origen asexual, junto con trozos del cuerpo vegetativo del hongo, también pueden ser transferidos a nuevos cultivos por medio de la semilla (Annone, 2001). Los pseudotecios tienen un papel crítico en la epidemiología de la enfermedad ya que maduran en el rastrojo de trigo durante el otoño e invierno y al comienzo de la primavera liberan las ascosporas, que son el

inóculo primario de la enfermedad. Estas son dispersadas por el viento, lo mismo que los conidios que se producen desde la primavera hasta avanzado el verano (Wegulo, 2011) (Figura 1.2c). La sintomatología que provoca la enfermedad está asociada a la producción de manchas cloróticas que luego se tornan de color castaño claro, de forma elíptica con una región circundante o halo clorótico producido por las toxinas que secreta el hongo. Las infecciones secundarias forman los típicos puntos de infección castaño oscuro redondeado de un halo amarillo. En condiciones de alta humedad aparecen bandas alargadas con conidióforos de color castaño oscuro con conidios de color claro (Carmona *et al.*, 1999). Se han documentado reducciones en el rendimiento de entre 6 y 55% debido a la presencia de mancha amarilla (Pérez Fernández, 2000; Annone *et al.*, 2001).

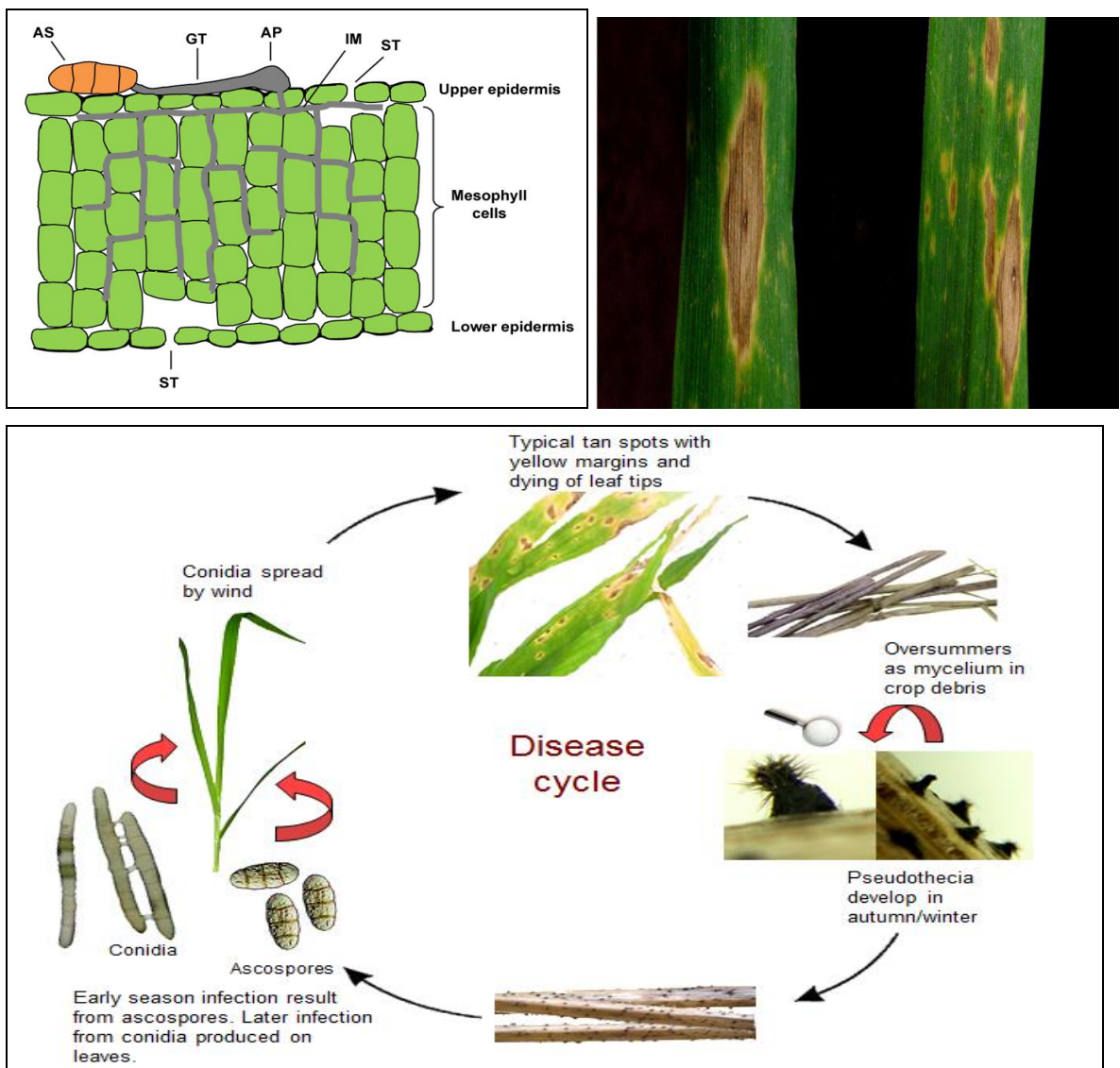


Figura 1.2: a- penetración y colonización producida por *Py.tritici-repentis* b-Síntomas en hojas provocados por *Py.tritici repentis*; d- Ciclo completo de la enfermedad (Adaptado de Wegulo, 2011)

1.3 Generación de biomasa: Efecto de mancha amarilla y roya de la hoja

El grado de daño que producirá una determinada enfermedad dependerá no sólo de la incidencia y/o severidad del patógeno sino también del impacto sobre los atributos del cultivo responsables de la asimilación de carbono en el sistema (Johnson, 1987; Waggoner y Berger, 1987). En general el impacto negativo de las enfermedades foliares se ha enfocado en forma directa como un efecto sobre el rendimiento y los componentes numéricos que lo conforman (peso de mil granos -PMG-, número de espigas por m² -NESP-, número de granos por espiga -NGE-), haciéndose poco hincapié en el origen de esa reducción cuantitativa, explicada por los cambios que estos patógenos producen en los sistemas responsables de la producción y distribución de asimilados dentro de la planta.

El rendimiento del cultivo de trigo puede expresarse a través de la cantidad de biomasa generada y qué proporción de ésta es particionada hacia los órganos reproductivos, es decir el índice de cosecha (IC) (van der Werf, 1996). La producción de biomasa, por su parte, está determinada por la cantidad de radiación incidente durante el periodo de crecimiento (Rinc), la eficiencia en la intercepción de radiación (Ei), la cual es función del índice de área foliar (IAF) y de la arquitectura del canopy (determinada por el coeficiente *k* de extinción) (Monteith, 1977; Evans *et al.*, 1978; Miralles y Slafer, 1997); y la eficiencia de uso de la radiación (EUR), que expresa la capacidad del cultivo de transformar la energía lumínica interceptada o absorbida en biomasa (Evans *et al.*, 1978; Gifford *et al.*, 1984; Gardner *et al.*, 1985; Johnson, 1987; Sinclair y Muchow, 1999; Salvagiotti y Miralles, 2008). En general, la EUR difiere según el metabolismo de carbono de las especies consideradas y según el contenido calórico de materia seca que se sintetiza (ej. hidratos de carbono vs. lípidos), siendo mayor en las especies C4 que en las especies C3. El hecho de que la producción de biomasa está en general linealmente relacionada con la radiación interceptada acumulada (RFAi) a lo largo del ciclo del cultivo, determina un valor relativamente constante de EUR (Monteith, 1977; Serrago, 2010).

Según Waggoner y Berger (1987), de los dos componentes fisiológicos determinantes de la biomasa aérea, las enfermedades afectan principalmente la Ei debido a reducciones de la cobertura verde (por caída de hojas o muerte acelerada de macollos) y de la intercepción de radiación por área foliar enferma (y/o senescente), que no podrá ser utilizada para la generación de biomasa (Carretero *et al.*, 2009). Otro aspecto importante a considerar en relación con el impacto de las enfermedades sobre la absorción de radiación es el estrato foliar (vinculado a su posición vertical dentro del canopeo) que es afectado por las enfermedades (Béasse *et al.*, 2000; Robert *et al.*, 2004; Bancal *et al.*, 2007). En el caso de los cereales invernales, las hojas superiores del cultivo son las que interceptan la mayor parte de la radiación incidente sobre el cultivo y por consiguiente las que aportan la mayor proporción de fotoasimilados a la espiga en crecimiento (Lupton, 1972; Gooding *et al.*, 2000; Verreet y Klink, 2002; Robert *et al.*, 2004).

El efecto de las enfermedades fúngicas foliares sobre el otro atributo que interviene en la producción de biomasa, la EUR, presenta resultados contradictorios entre diferentes autores, sin embargo se han detectado reducciones en este parámetro en patógenos con hábito nutricional biotrófico vinculado principalmente a la compleja interacción entre las estructuras fúngicas y las células vegetales (Robert *et al.*, 2005).

Los parámetros más utilizados para cuantificar la evolución del daño por enfermedades foliares se basan en la severidad (James, 1974; Gaunt, 1995; McRoberts *et al.*, 2003) y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) (Shaner y Finney, 1977). Sin embargo, estos parámetros por si solos reflejan parcialmente los efectos de las enfermedades sobre los componentes que explican el rendimiento de un cultivo (Bryson *et al.*, 1997) y manifiestan un limitado grado de extrapolación (Gaunt, 1995; Bryson *et al.*, 1997; Paveley *et al.*, 1997). Para resolver estas discrepancias, algunos autores sostienen que complementar estas evaluaciones con variables relacionadas a la ecofisiología del cultivo, como el efecto de las enfermedades sobre el IAF verde (IAFV) total y por estratos foliares, sobre la duración del área foliar verde (DAFV) (Gaunt, 1995), sobre la proporción de IAFNV en relación al IAFV (%AFNV) (Serrago *et al.*, 2009) y el índice de verdor SPAD (Nageswara Rao y Wright, 1994; Murdock *et al.*, 1997; Rosyara *et al.*, 2006) en varios estadios permitiría disminuir la variabilidad e incrementar la predecibilidad y

extrapolabilidad en las estimaciones de pérdida de biomasa y rendimiento (Lim y Gaunt, 1981; Waggoner y Berger, 1987; Whelan y Gaunt, 1990; Bryson *et al.*, 1997)

Este trabajo se plantea que no se dispone de antecedentes a nivel mundial que evalúen el impacto de *P. triticina* y *Py. tritici-repentis* sobre atributos ecofisiológicos vinculados a la generación de biomasa como la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi), radiación fotosintéticamente activa absorbida (RFAa), la EUR interceptada (EURint) y la EUR absorbida (EURabs), cuando se inoculan patógenos con distinto hábito nutricional (biotróficos- necrotróficos) en forma separada en un mismo ambiente y discriminando la importancia de cada estrato foliar. Frente a estas incógnitas se plantean las siguientes **hipótesis**:

- *Concentraciones óptimas de inóculo de Pyrenophora tritici-repentis y Puccinia triticina generan similares aumentos en el % Severidad, ABCPE y %AFNV y disminuciones en el Índice de verdor SPAD con respecto a tratamientos no inoculados de ambas enfermedades.*
- *La mancha amarilla y la roya de la hoja generan reducciones en la RFAi y RFAa con magnitud diferencial según el estadio del cultivo considerado, a través de reducciones en el IAFV y IAFV del trigo por senescencia anticipada y posterior necrosis*
- *La roya de la hoja (biotrófico) genera mayores reducciones en EURint y EURabs con respecto a mancha amarilla.*
- *El efecto de ambos patógenos sobre la RFAi, RFAa, EURint y EURabs determina reducciones en la biomasa en el cultivo*
- *La mancha amarilla disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que produce en la biomasa (fundamentalmente en la RFAi y RFAa) y su translocación al grano*
- *La roya de la hoja disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que P. triticina produce en la biomasa (a través de disminuciones en la RFAi, RFAa, EURint y EURabs) y su translocación al grano*

Objetivo general

El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de un patógeno fúngico biotrófico (*P. triticina*) y uno necrotrófico (*Py. tritici-repentis*) inoculados separadamente en el mismo ambiente, sobre los atributos fisiológicos vinculados a la generación de biomasa aérea y rendimiento: índice de área foliar total (IAFT), IAFV, IAF no verde (IAFNV), la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi), la radiación fotosintéticamente activa absorbida (RFAa), EURint, EURabs, el rendimiento y sus componentes en diez cultivares de trigo. En este sentido, este trabajo se plantea contribuir al manejo de la roya de la hoja y la mancha amarilla en trigo a través del estudio de su efecto sobre las principales variables ecofisiológicas implicadas en la producción de biomasa y rendimiento.

Objetivo específicos.

- Evaluar el efecto de *P. triticina* sobre el IAFT, IAFV, DAFV y %AFNV en EC39, EC60 y EC82
- Evaluar el efecto de *Py. tritici-repentis* sobre el IAFT, IAFV, DAFV y %AFNV en EC39, EC60 y EC82
- Detectar diferencias en el efecto de *P. triticina* y *Py. tritici-repentis* sobre la generación de biomasa aérea y atributos asociados (RFAi, RFAa, EURint, EURabs)
- Evaluar el efecto de inoculaciones de *P. triticina* sobre el rendimiento de trigo y sus componentes numéricos
- Evaluar el efecto de inoculaciones de *Py. tritici-repentis* sobre el rendimiento de trigo y sus componentes numéricos

Para abordar estos objetivos, la tesis fue organizada en capítulos; en el capítulo 1 (Introducción general) se desarrollaron los antecedentes sobre el tema, los cuales dan sustento a la formulación de las hipótesis y objetivos. En el capítulo 2 (Materiales y Métodos generales) se describen los experimentos llevados a cabo y los tratamientos realizados en forma general para poner a prueba las hipótesis planteadas. Los capítulos 3 (*“Severidad causada por la mancha amarilla y roya de la hoja y su efecto sobre el índice de área foliar”*); 4 (*“Influencia de mancha amarilla y roya de la hoja sobre la generación de biomasa”*) y 5 (*“Influencia de mancha amarilla y roya de la hoja sobre el rendimiento y sus componentes”*) presentan los materiales y métodos específicos, los resultados experimentales y discusión. Por último, el capítulo 6 aborda la discusión general, contrastación de las hipótesis y las implicancias y aplicaciones para futuras investigaciones.

Capítulo 2

Materiales y Métodos generales

2.1 Datos climáticos y de suelo

Los ensayos se llevaron a cabo durante 2012 y 2013 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 52' LS; 57° 58' LO). Durante el ciclo del cultivo se registró diariamente la temperatura media, precipitaciones, humedad relativa y radiación incidente en la estación meteorológica situada a 200 m de los ensayos.

El suelo fue un Argiudol típico (Serie Los Hornos) con los siguientes resultados de análisis (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Análisis de suelo en el sitio de los ensayos

		0 – 20 cm	20-40 cm
pH (1:2,5)		6,15	5,89
Carbono	[%]	1,92	
Materia Orgánica	[%]	3,31	
Nitrógeno total	[%]	0,17	
Nitratos	[ppm]	26,3	22,5
Fósforo	[ppm]	16,1	

2.2 Preparación suelo y diseño del ensayo

Se utilizó un diseño experimental en parcela principal dividida con tres repeticiones y testigos apareados. Las parcelas principales correspondieron a las inoculaciones con cada uno de los dos *patógenos*: 1-*Py. tritici-repentis* y 2-*P. triticina*. La sub-parcela fueron los

tratamientos de *inoculación*: 1-sin inóculo (SI); 2-con baja concentración de inóculo de cada patógeno (BCI); 3-con alta concentración de inóculo de cada patógeno (ACI). Como sub-sub-parcela se sembraron 10 cultivares de trigo de ciclo intermedio-largo y similar ciclo ontogénico seleccionados de la Red Oficial de Ensayos Territoriales (RET) en años previos por poseer diferente susceptibilidad y aparentes diferencias en tolerancia frente a *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, cuantificado como pérdida de rendimiento. Los cultivares seleccionados fueron: Klein Yarara, Klein Guerrero, Baguette 11, Baguette 17, Baguette 18, ACA 303, ACA 315, Bio INTA 3004, SY100 y Sursem LE2330

Tabla 2.2: Breve descripción de los cultivares utilizados para el ensayo (información brindada por los criaderos).

CULTIVAR	DESCRIPCIÓN
KLEIN YARARÁ	Ciclo intermedio a largo de porte vegetativo erecto. Moderadamente resistente a roya de la hoja, septoriosis y mancha amarilla. Moderadamente resistente a Fusarium. Grupo calidad 1
KLEIN GUERRERO	Ciclo Largo. De porte vegetativo semi-rastrero. Moderadamente resistente a roya de la hoja, septoriosis, mancha amarilla y Fusarium. Grupo calidad 3
BAGUETTE 11	Ciclo Intermedio a Largo. De porte vegetativo semi-erecto. Moderadamente susceptible a roya de la hoja, moderadamente resistente a septoriosis, Moderadamente susceptible-Moderadamente resistente a mancha amarilla y Fusarium. Grupo calidad 2
BAGUETTE 17	Ciclo Intermedio. De porte vegetativo semi-rastrero. Susceptible a roya de la hoja, moderadamente resistente a septoriosis, Moderadamente susceptible-Moderadamente resistente a mancha amarilla, Moderadamente susceptible a Fusarium. Grupo calidad 2
BAGUETTE 18	Ciclo Intermedio. De porte vegetativo semi-rastrero. Susceptible a roya de la hoja, moderadamente resistente a septoriosis, Moderadamente resistente a mancha amarilla, Moderadamente susceptible-Moderadamente resistente a Fusarium. Grupo calidad 3
BIOINTA 3004	Ciclo Largo de porte vegetativo semi-erecto. Moderadamente tolerante a roya de la hoja. Moderadamente susceptible a mancha amarilla. Moderadamente susceptible a Fusarium. Grupo calidad 3
ACA 303	Ciclo intermedio a Largo de porte vegetativo semi-erecto. Moderadamente resistente a roya de la hoja. Moderadamente susceptible a mancha amarilla y septoriosis. Moderadamente resistente a Fusarium. Grupo calidad 3
ACA 315	Ciclo Largo a intermedio de porte vegetativo semierecto. Moderadamente resistente a roya de la hoja. Moderadamente susceptible a mancha amarilla y

septoriosis. Moderadamente resistente a Fusarium. Grupo calidad 1	
SY 100	Ciclo intermedio de porte vegetativo semi-rastrero. Susceptible a roya de la hoja. Moderadamente resistente a mancha amarilla y Moderadamente resistente a Fusarium. Grupo calidad 2
LE 2330	Ciclo Intermedio a Largo. De porte vegetativo semi-erecto. Moderadamente resistente a roya de la hoja, Moderadamente resistente a septoriosis, mancha amarilla y Fusarium. Grupo calidad 1

La preparación del suelo consistió en un esquema de labranza convencional, mediante disco, rastra y rolo. En las parcelas se realizó un barbecho químico con glifosato y en post-emergencia temprana se aplicaron 100 cm³ Misil® + 5 g.ha⁻¹ (dicamba 48% – metsulfurón metil 60%). La siembra de los diez cultivares se realizó en forma simultánea durante el mes de Junio (15 de junio en 2012 y 26 de junio en 2013) con una sembradora experimental a 20 cm entre líneas con una densidad de 250 pl.m⁻² (Figura 2.1a). Las parcelas experimentales tuvieron un largo de 5,50 m y un ancho de 1,40 m, siendo la superficie de cada una 7,7 m² (Figura 2.1b). Entre las sub-parcelas de *Inoculación* se realizó la intersiembra (7,7 m²) de *Avena sativa* para disminuir el traspaso de inóculo entre parcelas y para evitar el “efecto bordura”. Además, en la parcela principal inoculada con *P. triticina* se sembró una bordura con una mezcla de cultivares susceptibles a la enfermedad (Baguette 21 y Baguette 30) para facilitar la inoculación de las parcelas con dicho patógeno. Las parcelas principales estuvieron distanciadas al menos 200 m para minimizar el riesgo de traspaso de inóculo.

El esquema de fertilización consistió en la aplicación dividida de 100 kg N/ha en dos momentos bajo la formulación de urea granulada (46-0-0). La primera fertilización se realizó a la siembra y la segunda a fines de macollaje (EC24) (Zadoks *et al.*, 1974). La fertilización fosforada se realizó a la siembra mediante fosfato tricálcico granulado (0-46-0) a razón de 50 kg/ha.



Figura 2.1. a- Siembra del ensayo; b-Tamaño de parcelas (5,5 m x 1,4 m); c-Vista parcial de bloque (36 parcelas), d y e- Vista parcial de la parcela principal de *Py. tritici repentis* en EC39 (108 parcelas)

2.3 Preparación del inóculo

Para *Py. tritici-repentis* se utilizó una mezcla de aislados obtenidos de diferentes regiones del país. El medio de cultivo fue caldo V8, que fue autoclavado y vertido en cajas de Petri. Posteriormente se multiplicó el inóculo mediante sucesivos repiques en flujo laminar. Las cajas fueron incubadas durante 15-21 días a 23 °C +/- 2 °C en alternancia de luz y oscuridad para favorecer la esporulación del hongo siguiendo el protocolo sugerido por Raymond y Bockus, 1982 (Figura 2.2 a y b). Una vez cumplido ese lapso, se rasparon las cajas mediante agua destilada estéril y un cepillo para extraer el micelio y conidios infectivos, de la cual se obtuvo una solución concentrada, sobre la que se realizaron diluciones para obtener suspensiones de diferente concentración. La solución de baja concentración (BCI) fue ajustada a 3×10^2 esporas/mL y la de alta concentración (ACI) a 3×10^3 esporas/mL, ambas fueron contadas con un hemocitómetro (cámara de Neubauer).

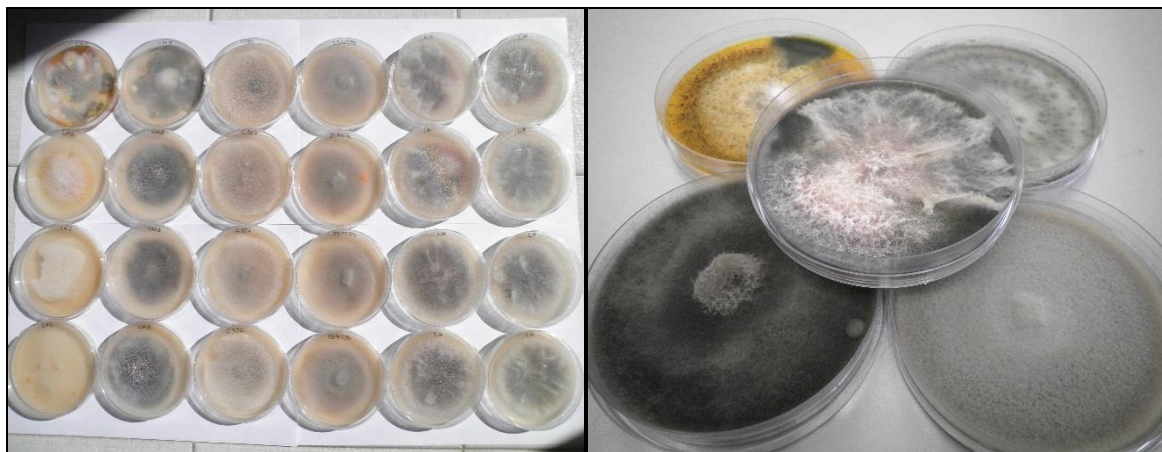


Figura 2.2. a y b- Colonias de *Pyrenophora tritici-repentis* utilizadas para la inoculación

Para la inoculación con *P. triticina* se utilizó una mezcla de razas de alta frecuencia en nuestra zona triguera y virulentas sobre los cultivares en estudio, provistas por el Ing. Pablo Campos del INTA Bordenave. Para la multiplicación del mismo se sembraron, dos meses antes que el ensayo a campo, dos variedades susceptibles (Baguette 21 y Baguette 30) en macetas en invernáculo con condiciones controladas de humedad y temperatura (Figura 2.3a). Para la vehiculización del inóculo, se utilizó talco común y se lo espolvoreó sobre las hojas. Semanalmente se recolectaron esporas para utilizarlas posteriormente en la inoculación de los ensayos.

En las parcelas inoculadas con *Py. tritici-repentis* se realizaron dos aplicaciones de inóculo: a fines de macollaje (EC24) y en hoja bandera desplegada (EC39). Para ambas concentraciones (BCI y ACI) se utilizaron 800 mL de suspensión (inóculo, agua destilada y coadyuvante –Tween 20, a razón de 0.5 mL/L⁻¹ suspensión-) por parcela y por aplicación. Dentro de las 48 h posteriores a la inoculación se efectuaron sucesivas pulverizaciones con agua para mantener las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo de la enfermedad, siguiendo ciclos de mojado de 10 a 15 minutos cada 2 h. La inoculación con *P. triticina* se realizó en los mismos estadios que para *Py. tritici-repentis*, pulverizando las borduras cercanas al tratamiento ACI con 0,5 mg por planta de esporas del patógeno y con 0,2 mg de esporas por planta en BCI (Figura 2.3b). Además, dentro de las parcelas de ACI se colocaron dos macetas con plantas de trigo inoculadas con el patógeno y una maceta en las parcelas de BCI para aumentar la cantidad de inóculo del patógeno en forma diferencial entre tratamientos.



Figura 2.3 a- Multiplicación de esporas de *Puccinia triticiina* en invernáculo; b- Balanza analítica utilizada para el peso de las esporas de *P. triticiina* para la posterior inoculación en el campo.

2.4 Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó mediante un ANVA para parcelas divididas mediante el programa GenStat 12th Edition. Las medias se compararon mediante el test LSD ($P=0,05$).

Capítulo 3:

“Severidad causada por la mancha amarilla y roya de la hoja y su efecto sobre el índice de área foliar”

3.1 Introducción

Las decisiones de manejo de enfermedades foliares en el cultivo de trigo se han basado en el uso de umbrales contruïdos a partir de relaciones empíricas que relacionan el nivel de reducción del rendimiento con el nivel de enfermedad presente en el cultivo en un momento dado (Carretero, 2009). Los parámetros más utilizadas para medir la evolución del daño por enfermedades foliares y que son frecuentemente utilizadas para la construcción de estos umbrales se basan en la incidencia (proporción de plantas u órganos enfermos del total evaluados), severidad (proporción de área enferma del órgano vegetal en cuestión) (James, 1974; Gaunt, 1995; McRoberts *et al.*, 2003) y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) entendida como la integral en el tiempo de las evaluaciones de severidad (Shaner y Finney, 1977).

Sin embargo, tanto las evaluaciones de severidad como de ABCPE por si solas no reflejan satisfactoriamente los efectos de las enfermedades sobre los componentes que explican el rendimiento de un cultivo (Bryson *et al.*, 1997) y manifiestan un limitado grado de extrapolación ante distintos genotipos, ambientes, años y localidades (Gaunt, 1995; Bryson *et al.*, 1997; Paveley *et al.*, 1997). Para resolver estas discrepancias, algunos autores sostienen que complementar estas evaluaciones con variables relacionadas a la ecofisiología del cultivo, como el efecto de las enfermedades sobre el IAFV total y por estratos foliares, sobre la duración del área foliar verde (DAFV) (Gaunt, 1995), la proporción de IAFNV en relación al IAFV (%AFNV) (Serrago *et al.*, 2009) y el índice de verdor SPAD (Nageswara Rao y Wright, 1994; Murdock *et al.*, 1997; Rosyara *et al.*, 2006) en varios estadios permitiría disminuir la variabilidad e incrementar la predictibilidad y extrapolabilidad en las estimaciones de pérdida de biomasa y rendimiento frente a

enfermedades foliares en trigo (Lim y Gaunt, 1981; Waggoner y Berger, 1987; Whelan y Gaunt, 1990; Bryson *et al.*, 1997; Carretero, 2011)

Tal como se expuso en el primer capítulo, uno de los componentes que explican la producción de biomasa en trigo está relacionado con la capacidad del canopeo para interceptar la radiación incidente, que es una función del índice de área foliar (IAF) y la arquitectura del canopeo (coeficiente extinción k). Se ha documentado que la relación entre el IAF y la capacidad de intercepción del cultivo es de tipo asintótica (Hipps *et al.*, 1983; Monteith y Unsworth, 1990) lo cual sugiere que la reducción de área foliar causada por una determinada enfermedad, producirá un impacto diferente sobre la eficiencia de intercepción de radiación dependiendo del nivel de IAF que haya alcanzado el cultivo. Así, existirá un menor efecto sobre este parámetro cuando el cultivo se encuentre con un IAF cercano al crítico (IAF correspondiente al 95% de intercepción) o superior, que en aquellas situaciones que presenten bajo IAF (Johnson, 1987; Gaunt, 1995; Carretero *et al.*, 2011). Expresado de otra forma, Paveley *et al.* (2001) teorizan que la pérdida de una unidad de área foliar tendría menos influencia en la fracción de intercepción de radiación en canopeos densos que en canopeos laxos. A su vez, del total de la radiación interceptada por un cultivo enfermo parte de ésta será interceptada por área foliar enferma o senescente (IAFNV) la cual no presenta actividad fotosintética alguna, produciéndose una reducción en la radiación que es efectivamente absorbida por área foliar verde y funcional, y que posteriormente es utilizada para producir fotoasimilados y finalmente materia seca. En este caso, las enfermedades foliares reducirán el IAFV y con ello la eficiencia de absorción (E_a), aun cuando el cultivo se encuentre con niveles de IAF por encima del crítico y lo harán de una manera proporcional al nivel de severidad alcanzado (Serrago *et al.*, 2009, Carretero *et al.*, 2011).

Por otro lado, el impacto de las enfermedades sobre la intercepción y absorción de radiación dependerá, de su distribución vertical dentro del canopeo al no tener todas las posiciones de hojas la misma relevancia en términos de impacto sobre la intercepción de radiación (Béasse *et al.*, 2000; Robert *et al.*, 2004; Bancal *et al.*, 2007). La contribución de cada estrato foliar (entiéndase como la posición vertical de la hoja) a la intercepción de radiación total del cultivo dependerá, además del tamaño de cada hoja, de la arquitectura del canopeo a través del coeficiente de extinción lumínica (k). En este sentido, en canopeos

con hojas planófilas (con altos valores de k), las hojas superiores contribuirán en mayor medida a la intercepción de radiación que en canopeos con hojas más erectas (con bajos valores de k) dado que estos últimos dejan pasar más luz hacia los estratos de hoja inferiores. Del mismo modo, canopeos más cerrados (alto IAF) dejarán pasar menos luz hacia estratos inferiores que canopeos más abiertos (Carretero *et al.*, 2011).

Verreet y Klink (2002) indican que gran parte de los carbohidratos de los granos provienen de la hoja bandera y sostienen que las hojas superiores del canopeo son las que más contribuyen al rendimiento del cultivo de trigo, junto con la translocación de carbohidratos solubles en agua almacenados en tallos (Gallagher *et al.*, 1975; Bingham *et al.*, 2009) y la fotosíntesis de las espigas (Maydup *et al.*, 2010), estas últimas pudiendo actuar como “buffer” para disminuir mermas en el rendimiento ante la presencia de estreses bióticos como abióticos. Lupton (1972) sugiere que la importancia de las hojas superiores en la provisión de asimilados al rendimiento de trigo radica en que en primer término son las últimas en senescer; poseen un menor nivel de sombreado que las hojas de posiciones inferiores pudiendo así interceptar mayores niveles de radiación, y están vascularmente más cerca de las espigas respecto de otras hojas. En especial en infecciones naturales, el área foliar verde de los distintos estratos puede variar dado que, por un lado la roya de la hoja es dispersada por medio del viento (Eversmeyer *et al.*, 1973; Eversmeyer y Kramer, 1992) pudiendo afectar en mayor medida a las hojas superiores del cultivo mientras que por el otro las esporas de los patógenos necrotróficos como la mancha amarilla, lo hacen principalmente desde el rastrojo en la superficie del suelo hacia las hojas inferiores y luego de éstas a las superiores (Duveiller *et al.*, 2005). En ensayos inoculados, también es importante conocer cuales estratos se encuentran más afectados, por su incidencia diferencial en el rendimiento, siendo esto altamente dependiente de las cuestiones ambientales y epidemiológicas.

Frente a estas incógnitas este capítulo se plantea responder las siguientes **hipótesis**:

- *Concentraciones óptimas de inóculo de Pyrenophora tritici-repentis y Puccinia triticina generan similares aumentos en el % Severidad, ABCPE y %AFNV y disminuciones en el Índice de verdor SPAD con respecto a tratamientos no inoculados de ambas enfermedades.*

Objetivo específico.

- Evaluar el efecto de inoculaciones de *P. triticina* y *Py. tritici-repentis* sobre la severidad, ABCPE, % AFNV, SPAD, IAFV y el IAFV en EC39, EC60 y EC82

3.2 Materiales y métodos

Las evaluaciones consistieron en la determinación de la severidad (necrosis y clorosis) mediante estimación visual, expresada como porcentaje de lesión cubierta por las enfermedades presentes en la hoja (predominando aquella cuyo agente causal fue inoculado). La severidad fue evaluada en siete a diez plantas tomadas al azar por cada parcela. Las evaluaciones se realizaron en los estadios de hoja bandera desplegada (EC39) (104 días después de emergencia) y antesis (EC60) (126 después de emergencia) con observaciones sobre todas las hojas con tejido verde. La tercera evaluación se realizó en grano pastoso (EC82) (148 días después de emergencia) y fue realizada sobre la hoja bandera. Con las medias de severidad de las tres evaluaciones se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) siguiendo la fórmula desarrollada por Shaner y Finney (1977).

El IAFV y el índice de área foliar por estrato (IAFe) se estimó mediante el conteo de macollos en 2 m lineales de cada parcela y la medición (largo y ancho) de todas hojas con al menos una porción de tejido verde de un total de siete macollos y teniendo en cuenta un factor de forma de 0,835 sugerido por Miralles y Slafer, 1990 que fue obtenido a partir de la medición de largo, ancho y superficies de las hojas y estimando su asociación (Bhan y Pande, 1960; Bryson *et al.*, 1997). Mediante las estimaciones de severidad se calculó el IAFV, IAFNV y %AFNV en las tres evaluaciones (EC39, EC60 y EC82). Con las medias de IAFV y IAFNV de las tres evaluaciones se calculó el área bajo la curva del área foliar verde (Duración de área foliar verde –DAFV-) y el área bajo la curva del área foliar total (Duración de área foliar total –DAFT-) siguiendo la fórmula desarrollada por Waggoner y Berger (1987). La tasa de caída ($\text{IAF} \cdot \text{dia}^{-1}$) del IAFV y IAFV total durante el periodo EC39-EC82 y de los estratos HB, HB-1, HB-2 y HB-3 en el periodo EC39-EC60 se calcularon

como la pendiente de la regresión de los valores de IAF en cada estadio y los días desde emergencia de estas evaluaciones.

En un mismo sentido, la tasa de aumento del %AFNV en el periodo EC39-EC82 se calculó como los valores de %AFNV para cada estadio y los días desde emergencia de estas evaluaciones.

En los mismos estadios se realizaron mediciones sobre siete hojas mediante el uso de un clorofilómetro (SPAD-502; Minolta Camera Co., Osaka, Japan) con el objetivo de contar con un indicador indirecto del nivel de nitrógeno, clorofila y un estimador de la clorosis-necrosis generadas por la presencia de patógenos (Murdock *et al.*, 1997; Nageswara Rao y Wright, 1994). Estas mediciones fueron tomadas en diferentes hojas, según la altura alcanzada por la enfermedad con alta proporción de tejido afectado: en la hoja bandera - 5 (HB-5) (Evaluación EC39), HB-3 (Evaluación EC60) y en HB (Evaluación EC82). Las lecturas fueron tomadas a 2-3 cm de la inserción de cada hoja.

El análisis de datos se realizó mediante un ANVA para parcelas divididas mediante el programa GenStat 12th Edition. Las medias se compararon mediante el test LSD ($P=0,05$).

3.3 Resultados

3.3.1. Condiciones climáticas

Durante el año 2012 se registraron mayores precipitaciones en los meses de junio, agosto, octubre y diciembre con respecto al año 2013. Si se tiene en cuenta la precipitación acumulada entre julio y noviembre en 2012 se registraron 521,8 mm, en tanto que en 2013 se registraron 373,4 mm para el mismo periodo. Las temperaturas medias presentaron valores más elevados a partir de encañazón hasta fin de ciclo (agosto, septiembre, octubre y noviembre) en 2012 con respecto a 2013 (Figura 3.1).

La humedad relativa fue considerablemente superior durante 2012 que en 2013 (Figura 3.2). Con respecto a la radiación incidente, en los meses de julio, septiembre y noviembre se detectaron valores superiores en 2012. Sin embargo, la mayor cantidad de días nublados y con lluvias generó que en los meses de agosto y octubre de ese año la radiación incidente mostrara una caída pronunciada (Figura 3.2).

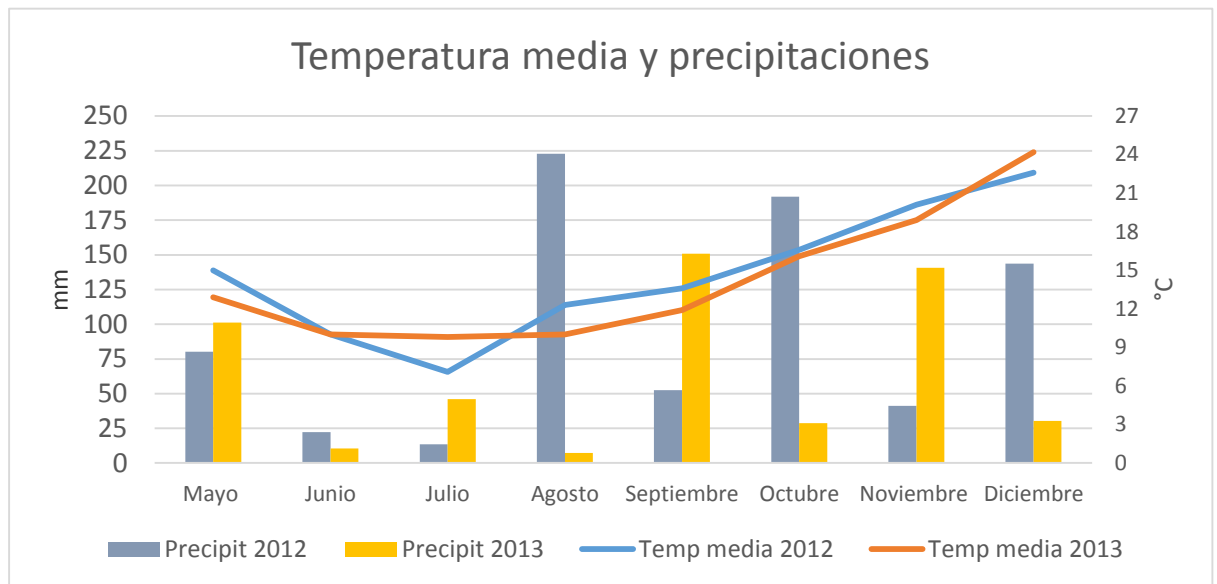


Figura 3.1. Temperatura media y precipitaciones registradas durante 2012 y 2013 en la localidad de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

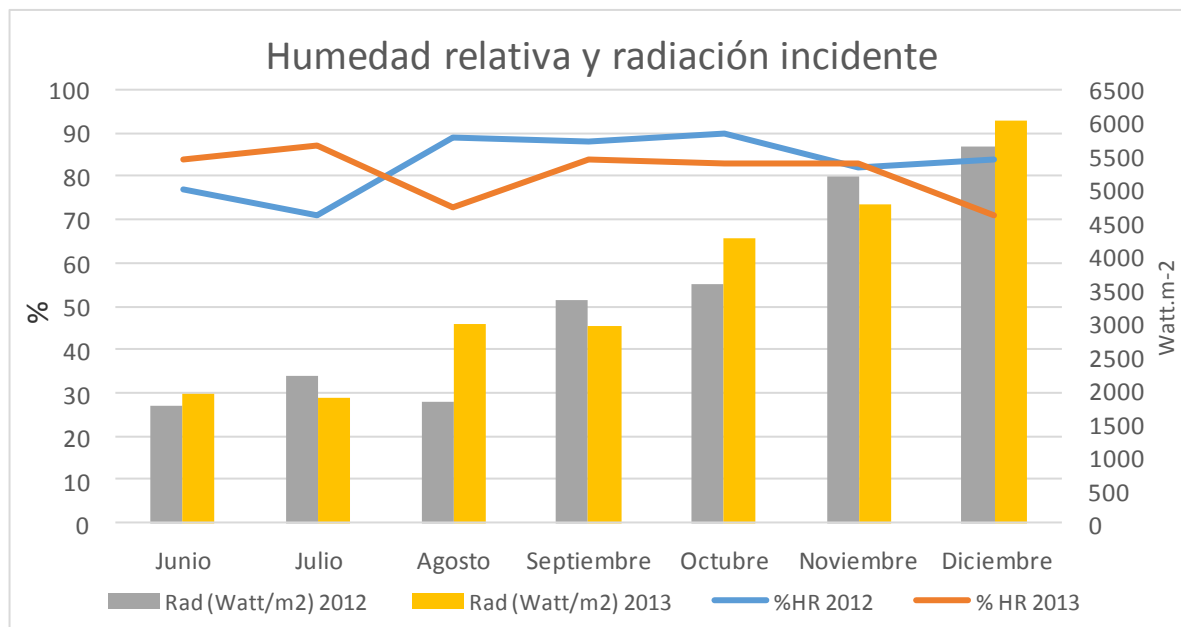


Figura 3.2. Humedad relativa ambiente y radiación incidente registradas durante 2012 y 2013 en la localidad de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

3.3.2. Severidad y Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE)

La severidad en EC60, EC82 y ABCPE estuvo influenciada por la variación entre *años*. La Severidad EC60 y el ABCPE fueron afectadas diferencialmente según el patógeno inoculado, en tanto que la interacción *Año x Patógeno* influyó en forma significativa la Severidad EC39 y el ABCPE (Tabla 3.1).

La severidad en los tres estadios y el ABCPE estuvieron influenciadas en forma significativa por el factor *Inoculación* y *Cultivares* en tanto que la interacción *Año x Inoculación* mostró diferencias significativas para Severidad EC82 y ABCPE. La Severidad EC39, EC60, EC82 y el ABCPE fueron significativamente afectadas por la interacción *Año x Cultivar* (Tabla 3.1)

La interacción *Patógeno x Cultivar* para Severidad EC39 mostró diferencias significativas, en tanto que la interacción *Inoculación x Cultivar* las evidenció para Severidad EC60 y el ABCPE. Se detectaron diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno x*

Inoculación para ABCPE. Tanto la Severidad en EC39, EC60 y el ABCPE estuvieron significativamente influenciadas por la interacción *Año x Patógeno x Cultivar*. Por otro lado, la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* evidenció diferencias significativas para ABCPE, Severidad EC60 y EC82 (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Valor *p* (ANVA) de la severidad y área bajo la curva de progreso de la enfermedad para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	Severidad EC39	Severidad EC60	Severidad EC82	ABCPE
Año (A)	1	(0,858)	(0,008)	(0,032)	(0,008)
Error A	2	5,372	43,72	2904,2	348627
Patógeno (Pa)	1	(0,803)	(0,02)	(0,171)	(0,023)
A x Pa	1	(0,004)	(0,521)	(0,512)	(0,023)
Error B	4	1,210	68,00	3080,8	270113
Inoculación (In)	2	(0,002)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,399)	(0,195)	(0,003)	(0,059)
Pa x In	2	(0,363)	(0,659)	(0,640)	(0,315)
A x Pa x In	2	(0,334)	(0,372)	(0,231)	(0,068)
Error C	16	3,390	43,51	131,7	33411
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(<0,001)	(0,530)	(0,139)	(0,180)
In x Cu	18	(0,320)	(0,003)	(0,124)	(<0,001)
A x Pa x Cu	9	(<0,001)	(0,024)	(0,253)	(0,019)
A x In x Cu	18	(0,600)	(0,005)	(0,099)	(<0,001)
Pa x In x Cu	18	(0,752)	(0,478)	(0,982)	(0,697)
A x Pa x In x Cu	18	(0,445)	(0,561)	(0,976)	(0,939)
Error D	216	2,010	42,02	154,0	40964
Total	359				

La interacción *Año x Patógeno x Cultivar* para la severidad en EC39 mostró diferencias significativas que estuvieron explicadas principalmente por el efecto diferencial que provocaron los patógenos en cada cultivar en cada año. En seis de diez cultivares, no se

detectaron diferencias en la severidad ocasionada por MA y RH en los dos años. El rango de severidad para MA en EC 39 en 2012 fue de 0,96 % (ACA 315) a 5,08 % (Baguette 11), en tanto que en 2013 varió desde 0,47 % (Baguette 18) a 2,54 % (SY 100). Para RH, la severidad fue desde 0,36 % (ACA 315) al 4,43 % (LE 2330) en 2012 y del 0,69% (Bio INTA 3004) al 7,89 % (LE 2330) (Figura 3.3; Tabla anexo 1).

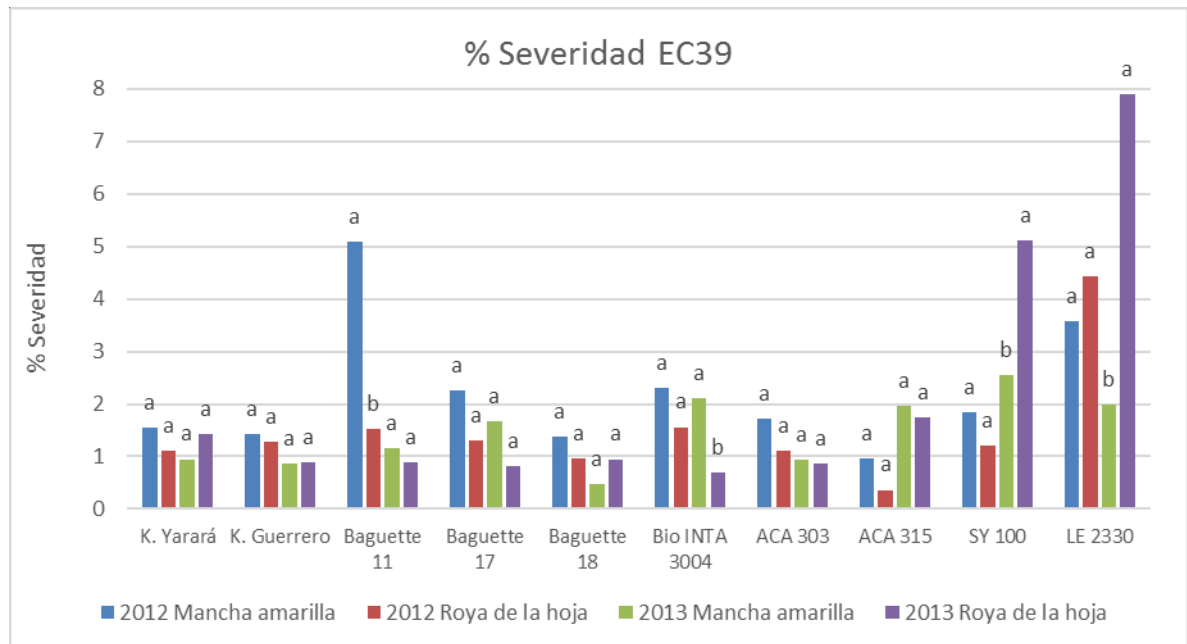


Figura 3.3. % Severidad promedio en el estadio EC39 para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD p=0.05)

La severidad en EC60 evidenció diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar*, que se explicaron principalmente debido a que la mayoría de los cultivares presentaron una tendencia no significativa a mayores valores de severidad en las inoculaciones con RH, sin embargo en algunos casos esta diferencia fue significativa o se dio una tendencia inversa en algún cultivar según el año evaluado (Figura 3.4; Tabla anexo 2). El rango de severidad en 2012 para *Py. tritici-repentis* fue desde 7 % (Klein Guerrero) a 21,2 % (Bio INTA 3004), en tanto que para *P. triticina* varió desde 11,9 % (Klein Guerrero) a 19,5 % (Baguette 18). En 2013 los valores de severidad para MA oscilaron entre 10,7% (Klein Guerrero) a 35,9% (LE 2330), en tanto que para RH el rango de valores fue desde 11,2 % (Klein Guerrero) al 42,3 % (LE 2330) (Figura 3.4; Tabla anexo 2).

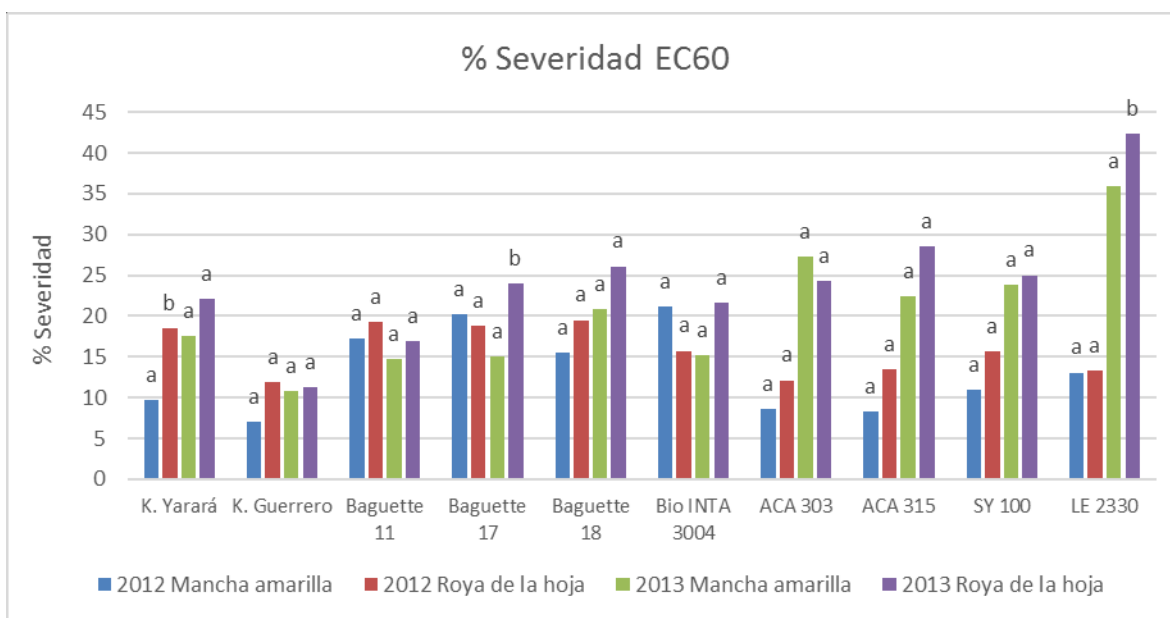
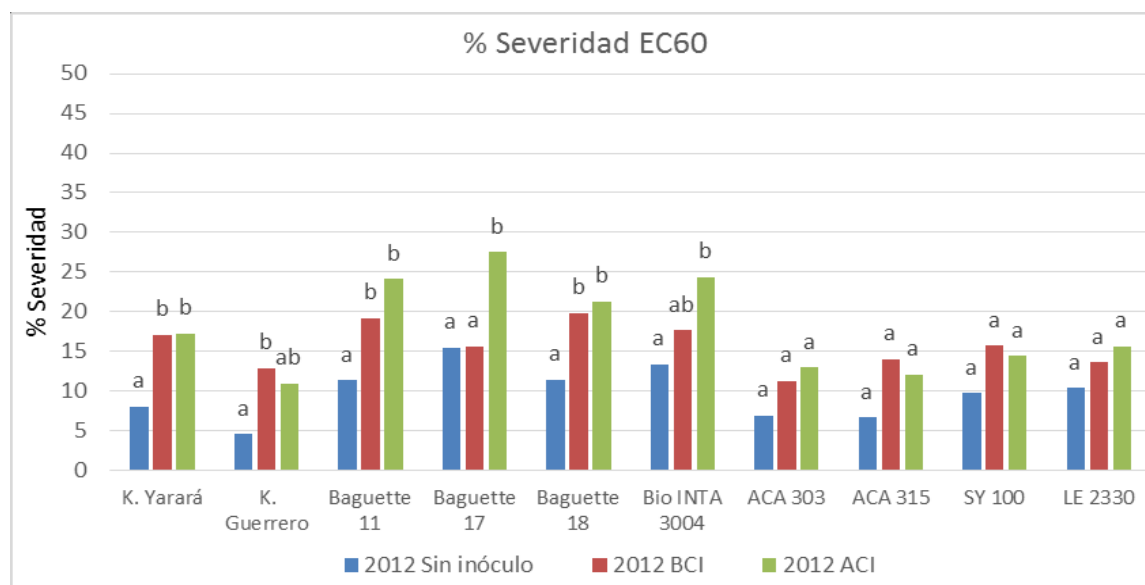


Figura 3.4. % Severidad promedio en el estadio EC60 para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

La interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en EC60 mostró una tendencia general en la cual el aumento en la concentración de inóculo, generó aumentos en la severidad evaluada, siendo la respuesta más notoria en 2013 con respecto a 2012. Sin embargo, los cultivares ACA 303, ACA 315, LE 2330 y SY100 no manifestaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación en 2012, en tanto que en 2013, Klein Guerrero y Baguette 11 tampoco evidenciaron diferencias entre tratamientos de inoculación (Figura 3.5 a y b; Tabla anexo 2).

En 2012, las mayores diferencias porcentuales ante incrementos en la concentración de inóculo se encontraron en el cultivar Baguette 11 que evidenció un aumento desde un 11,3% (SI) al 24,1% para el tratamiento ACI. En 2013, los mayores incrementos entre tratamientos de inoculación se dieron en el cultivar Baguette 18 que incrementó sus valores de severidad desde 7,8% (SI) a 31% en tratamiento con ACI. En ambos años, el cultivar Klein Guerrero obtuvo los valores más bajos de % severidad y sufrió menores aumentos frente al aumento en la concentración de inóculo (Figura 3.5 a y b; Tabla anexo 2).



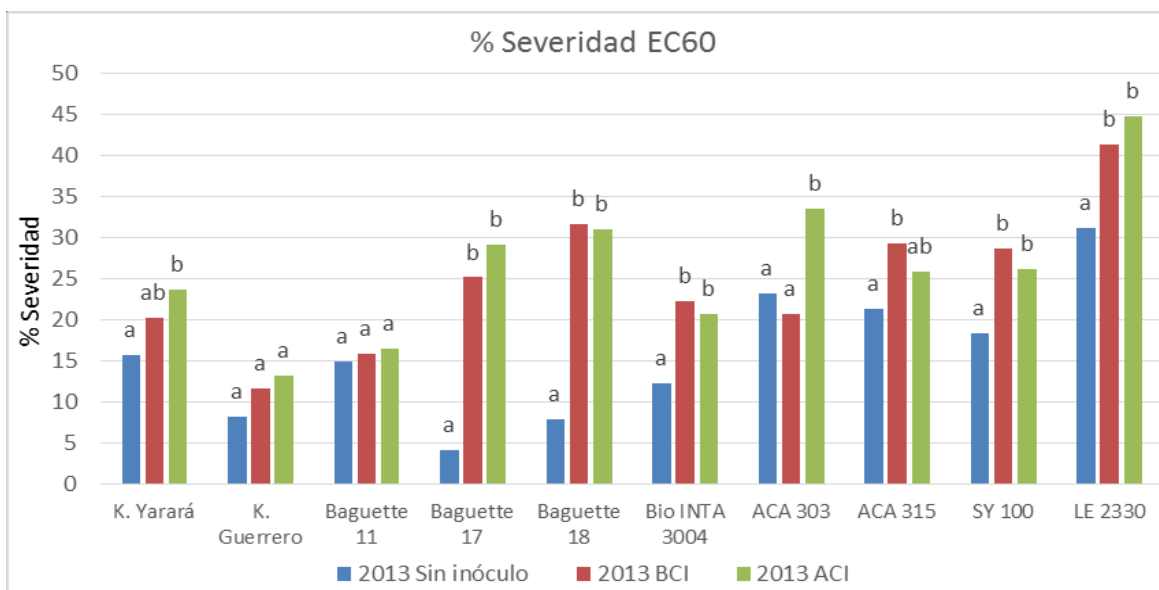


Figura 3.5 a y b. % Severidad promedio en el estadio EC60 para el año 2012 (Figura a) y 2013 (figura b) para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

La severidad en EC82 evidenció diferencias significativas para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* debido a que en algunos cultivares y años se detectaron notorios aumentos en el porcentaje de severidad ante incrementos en la concentración de inóculo, sin embargo en algunos genotipos y años la respuesta fue de menor magnitud o no mostró diferencias. Con respecto a 2013, el año 2012 presentó mayores niveles de severidad y menores diferencias porcentuales entre los tratamientos de inoculación en todos los cultivares evaluados. En 2012, cuatro genotipos (Bio INTA 3004, ACA 303, LE 2330 y SY100) no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 3.6 a y b; Tabla 3.2).

El incremento en la concentración de inóculo de ambos patógenos se manifestó en aumentos en el % de severidad con respecto al tratamiento SI. En el año 2012 y teniendo en cuenta el genotipo que presentó mayores diferencias entre tratamientos de inoculación, se evidenció un aumento desde un 63,4% (SI) al 86,2% para el tratamiento ACI en el cultivar Klein Guerrero. En 2013, el cultivar Baguette 18 incrementó sus valores de severidad desde 31,2% (SI) a 85,5 % en el tratamientos con ACI (Figura 3.6 a y b; Tabla 3.2).

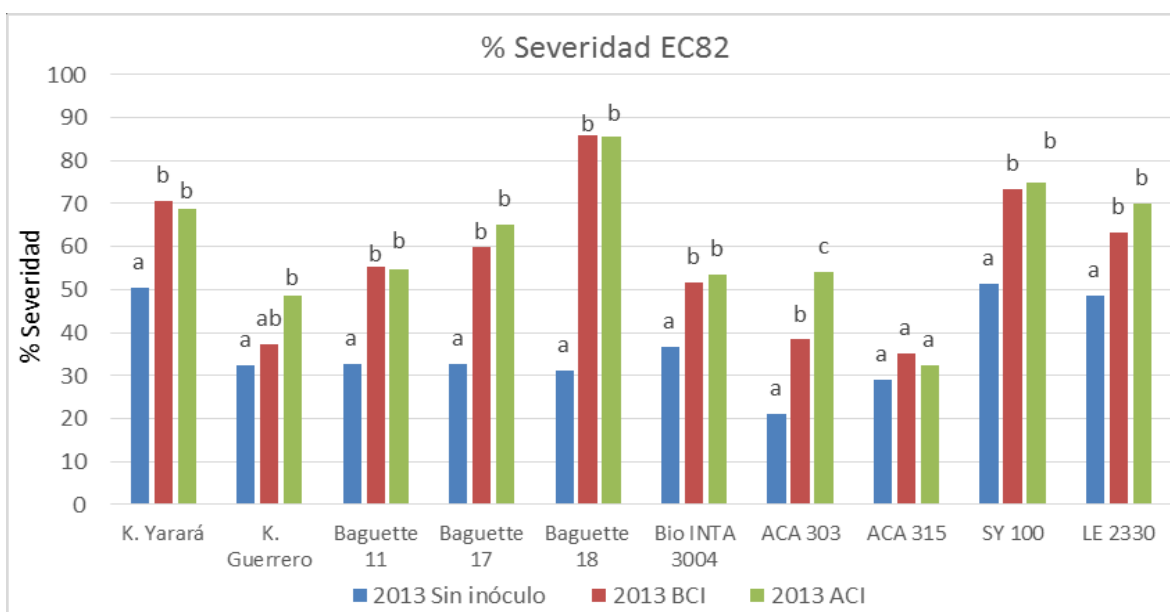
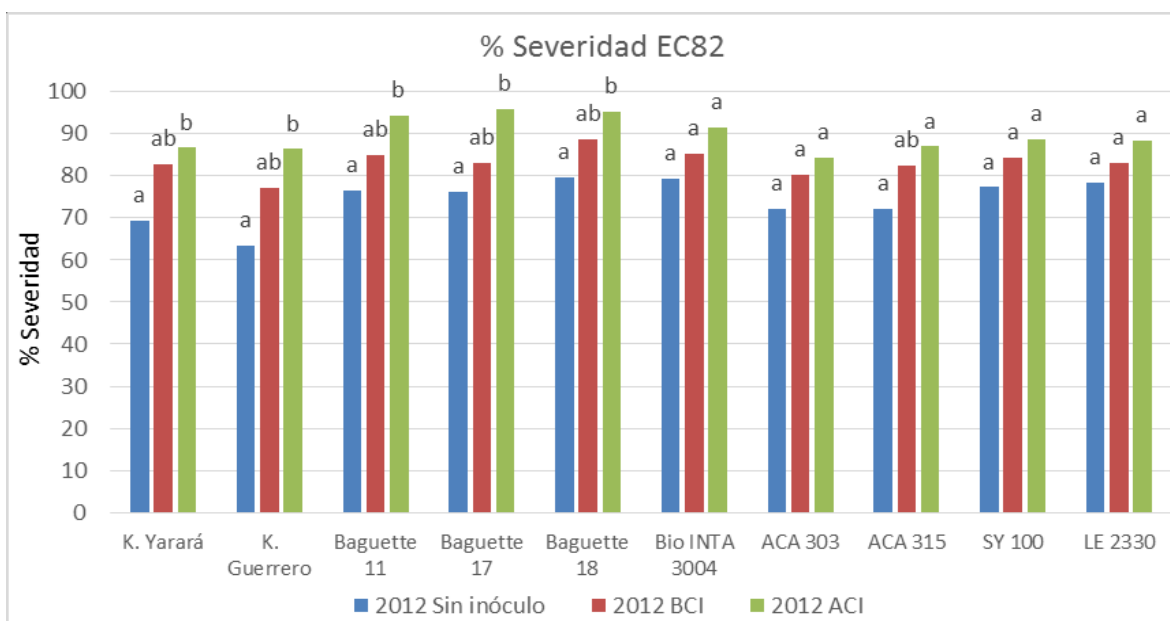


Figura 3.6 a y b. % Severidad promedio en el estadio EC82 para el año 2012 (Figura a) y 2013 (figura b) para la interacción Año x Inoculación x Cultivar en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD p=0.05)

Tabla 3.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Severidad en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

		Severidad (%) EC82																
	2012								2013									
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja					
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedi o Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar		
Cultivar																		
Klein Yará	63,6	74,8	80,9	73,1	74,7	90,6	92,1	85,8	43,7	64,2	60,5	56,1	57,1	77,2	77,2	70,5		
Klein Guerrero	61,6	73,8	85,6	73,6	65,3	80,0	86,9	77,4	25,2	31,2	30,8	29,1	39,5	43,2	66,5	49,8		
Baguette 11	72,3	80,1	94,1	82,1	80,3	89,7	94,3	88,1	15,7	48,9	49,5	38,0	49,5	61,9	59,9	57,1		
Baguette 17	72,5	81,1	96,4	83,3	79,5	85,0	94,9	86,5	26,7	46,7	57,4	43,6	38,4	73,1	72,9	61,5		
Baguette 18	73,4	85,3	92,3	83,7	85,4	91,7	97,7	91,6	24,7	71,4	73,6	56,6	37,7	100,0	97,5	78,4		
Bio INTA 3004	78,5	84,5	89,3	84,1	80,1	85,5	93,4	86,3	30,4	38,1	44,1	37,5	42,7	65,1	62,6	56,8		
ACA 303	67,0	78,3	82,8	76,0	77,0	82,0	85,4	81,5	20,5	23,5	44,5	29,5	21,5	53,2	63,5	46,1		
ACA 315	66,4	78,7	86,9	77,3	78,0	85,9	86,7	83,5	26,7	35,4	34,3	32,1	31,4	35,1	30,7	32,4		
SY 100	72,3	83,9	90,3	82,1	82,1	84,7	86,7	84,5	53,7	76,7	78,1	69,5	49,1	69,7	71,6	63,5		
LE 2330	70,9	81,6	88,6	80,4	85,7	84,5	88,1	86,1	41,5	54,2	62,5	52,7	55,9	72,5	77,2	68,5		
Promedio Inoculación	69,8	80,2	88,7		78,8	86,0	90,6		30,9	49,0	53,5		42,3	65,1	68,0			
Promedio Patógeno	79,59				85,1				44,5				58,4					
Promedio 2012	82,35																	
Promedio 2013	51,46																	
LSD †		Año = 24,441* ; Inoculación =3,141** ; Cultivar= 5,765**; Año x Inoculación= 22,014*; Año x Cultivar= 18,568** ; Año x Inoculación x Cultivar= 19,575 ‡																

† LSD de factores significativos ($p < 0,10$) ‡; ($p < 0,05$)*; ($p < 0,001$)**

El área bajo la curva del progreso de la enfermedad evidenció diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación*. En 2012 y para ambas enfermedades, se detectaron niveles de ABCPE superiores que para 2013. En ambos años, el tratamiento SI presentó menores valores de ABCPE diferenciándose significativamente de los tratamientos de BCI y ACI, que a excepción de inoculaciones con RH en 2013, siempre mostraron diferencias significativas entre sí (Figura 3.7, Tabla 3.3).

El rango de valores de ABCPE en 2012 para MA fue de 1360 (SI) a 1905 (ACI) lo que implicó un aumento del 40,1% en el nivel de enfermedad. Para RH y teniendo en cuenta el mismo año, los valores se incrementaron desde 1600 (SI) a 1997 (ACI), involucrando un aumento del 24,8% en la severidad causada por *P. triticina* ante aumentos en la concentración del patógeno (Figura 3.7, Tabla 3.3).

En el año 2013, se presentaron menores niveles de ABCPE para ambas enfermedades evaluadas. Para el patógeno necrotrófico *Py. tritici-repentis* el rango detectado para los tratamientos de inoculación fue desde 636 (SI) a 1152 (ACI), involucrando un aumento del 81,1% en el área afectada por este patógeno ante la mayor dosis de inóculo experimentada. Para *P. triticina*, los valores fueron desde 833 (SI) a 1368 (ACI), indicando un incremento del 64,2% en el ABCPE entre tratamientos extremos (Figura 3.7, Tabla 3.3).

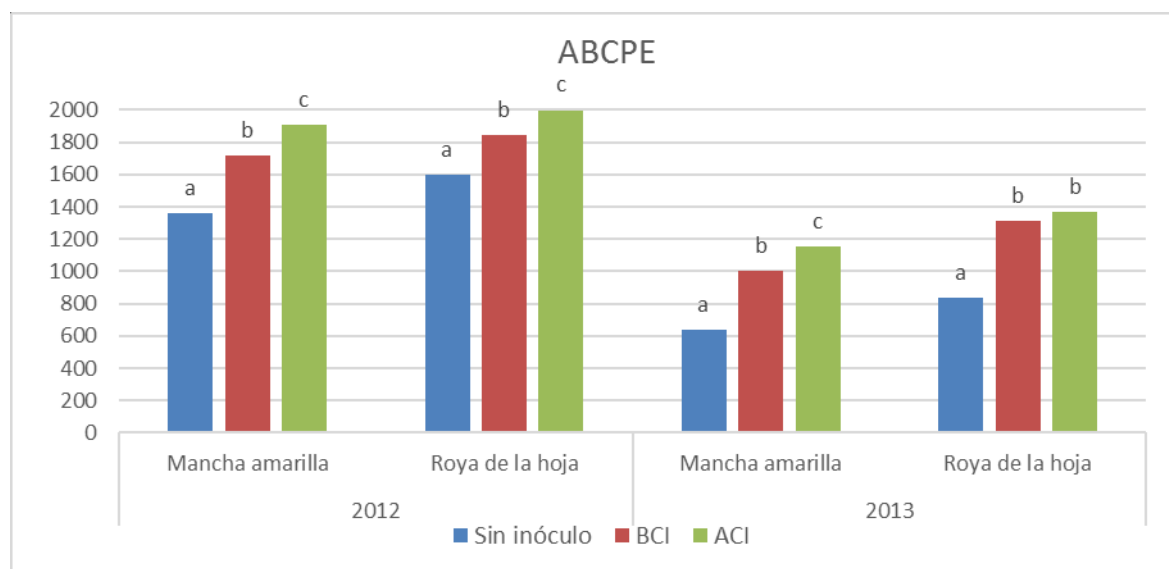


Figura 3.7. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes

tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

La interacción *Año x Patógeno x Cultivar* para ABCPE mostró diferencias significativas que estuvieron principalmente explicadas por diferencias entre los genotipos evaluados ante el mismo patógeno y por diferencias entre los años evaluados. En 2012 se presentaron valores superiores que en 2013 para ambas enfermedades y todos los cultivares evaluados.

Se revelaron importantes diferencias entre los genotipos evaluados, siendo Klein Guerrero el que presentó menores valores de ABCPE para ambos patógenos en los dos años. El rango de ABCPE en 2012 para MA varió desde 1402 (Klein Guerrero) a 1937 (Bio INTA 3004), en tanto que RH varió desde 1585 (Klein Guerrero) a 2007 (Baguette 18). En 2013, los valores para esta variable fueron sustancialmente inferiores, presentando MA valores desde 552 (Klein Guerrero) a 1366 (LE 2330), en tanto que para RH el rango de valores fue desde 779 (Klein Guerrero) a 1741 (LE 2330) (Figura 3.8; Tabla 3.3).

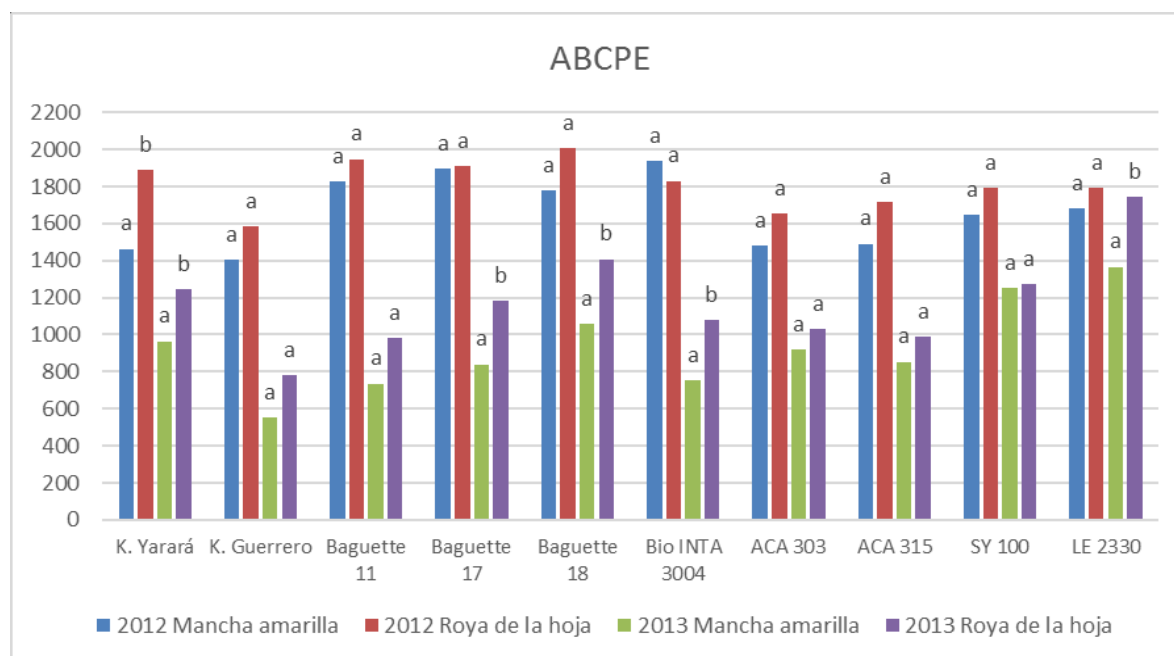


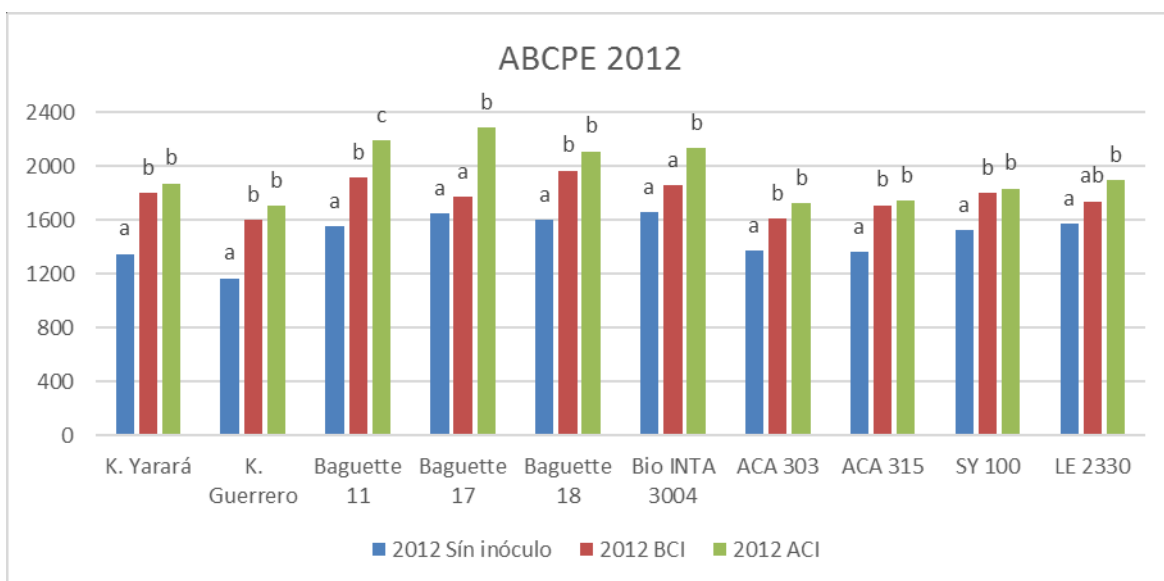
Figura 3.8. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Tabla 3.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

	ABCPE															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	1189	1544	1655	1463	1509	2065	2091	1888	729	1036	1127	964	943	1380	1406	1243
Klein Guerrero	1103	1519	1585	1402	1233	1690	1833	1585	404	581	672	552	648	730	960	779
Baguette 11	1475	1772	2238	1828	1636	2057	2150	1948	471	866	869	735	776	1085	1081	981
Baguette 17	1539	1762	2395	1899	1758	1784	2184	1909	362	890	1268	840	520	1508	1520	1183
Baguette 18	1386	1903	2046	1779	1814	2031	2176	2007	325	1422	1428	1058	686	1783	1757	1409
Bio INTA 3004	1710	1900	2203	1938	1601	1822	2070	1831	552	866	841	753	778	1228	1237	1081
ACA 303	1230	1581	1638	1483	1517	1638	1814	1656	741	716	1300	919	732	1024	1332	1029
ACA 315	1220	1681	1574	1491	1500	1743	1910	1718	815	860	885	853	753	1102	1110	988
SY 100	1364	1770	1799	1644	1682	1832	1869	1794	1002	1347	1405	1251	961	1435	1430	1275
LE 2330	1389	1735	1925	1683	1752	1744	1876	1791	960	1413	1725	1366	1532	1844	1849	1742
Promedio Inoculación	1360	1717	1906		1600	1841	1997		636	1000	1152		833	1312	1368	
Promedio Patógeno	1661				1813				929				1171			
Promedio 2012	1737															
Promedio 2013	1050															
LSD †	Año = 267,79* ; Patógeno= 152,09* ; Inoculación =50,025** ; Cultivar= 94,027**; Año x Inoculación= 223,89 ‡ ; Año x Cultivar= 204,25**; Inoculación x Cultivar= 161,29**; Año x Patógeno x Inoculación= 215,80 ‡ ; Año x Patógeno x Cultivar= 254,20* ; Año x Inoculación x Cultivar= 264,03**															

En las figuras 3.9a y 3.9b, se observa la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* que indica que los tratamientos de BCI y ACI generaron aumentos en el ABCPE en relación al tratamiento SI, sin embargo a excepción del cultivar Baguette 11 (2013), no se detectaron diferencias significativas entre el tratamiento BCI y ACI. Se manifestó una importante diferencia entre cultivares dentro del mismo nivel de inoculación y año evaluado, detectándose menores niveles de progreso de enfermedad en 2013 en nueve cultivares. El rango de ABCPE en 2012 para el tratamiento SI fue desde 1169 (Klein Guerrero) a 1655 (Bio INTA 3004); para el tratamiento de BCI varió desde 1605 (Klein Guerrero) a 1967 (Baguette 18) y para el tratamiento de ACI el rango de valores fluctuó entre 1709 (Klein Guerrero) a 2290 (Baguette 17) (Figura 3.9a; Tabla 3.3). Para el año 2013, los valores de ABCPE para el tratamiento SI fue desde 441,22 (Baguette 17) a 1246 (LE 2330); 665 (Klein Guerrero) a 1628 (LE 2330) para BCI y 816 (Klein Guerrero) a 1787 (LE 2330) para ACI (Figura 3.9b; Tabla 3.3).



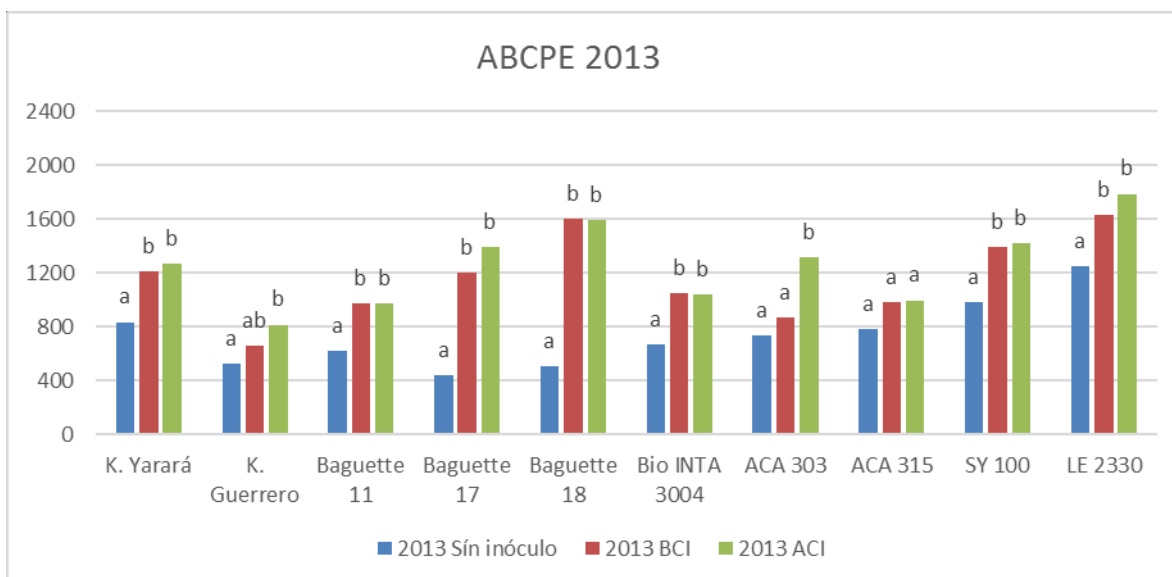


Figura 3.9 a y b. Área Bajo la curva del progreso de la enfermedad para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares en 2012 (Figura a) y 2013 (Figura b). Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

3.3.3 Índice de Verdor (SPAD)

El factor *Año* influenció significativamente los valores de SPAD EC60, en tanto que la interacción *Año x Patógeno* lo hizo para SPAD EC60 y SPAD EC82. Se detectaron diferencias significativas para los tres tratamientos de *Inoculación* en las tres evaluaciones realizadas, en tanto que la interacción *Año x Inoculación* afectó en forma significativa los valores de SPAD EC39 y SPAD EC82. La interacción *Año x Patógeno x Inoculación* evidenció diferencias significativas para SPAD EC82, en tanto que el factor *Cultivares* y la interacción *Año x Cultivar* lo hizo para las tres evaluaciones realizadas (Tabla 3.4).

Las interacciones *Patógeno x Cultivar* e *Inoculación x Cultivar* mostraron diferencias significativas para SPAD EC60 y EC82. La triple interacción *Año x Patógeno x Inoculación* manifestó diferencias significativas para SPAD EC39 y SPAD EC60, en tanto que la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* las evidenció para SPAD EC60 (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Valores *p* (ANVA) de SPAD para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	SPAD EC39	SPAD EC60	SPAD EC82
Año (A)	1	(0,255)	(0,031)	(0,918)
Error A	2	165,66	60,45	78,70
Patógeno (Pa)	1	(0,425)	(0,499)	(0,276)
A x Pa	1	(0,395)	(0,053)	(0,084)
Error B	4	128,66	62,02	189,95
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,01)	(0,507)	(0,004)
Pa x In	2	(0,636)	(0,425)	(0,417)
A x Pa x In	2	(0,235)	(0,198)	(0,035)
Error C	16	26,47	12,06	40,84
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,038)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(0,208)	(<0,001)	(<0,001)
In x Cu	18	(0,830)	(0,041)	(0,007)
A x Pa x Cu	9	(0,090)	(0,069)	(0,130)
A x In x Cu	18	(0,734)	(0,894)	(0,638)
Pa x In x Cu	18	(0,978)	(0,063)	(0,653)
A x Pa x In x Cu	18	(0,940)	(0,933)	(0,775)
Error D	216	3326,70	11,30	16,04
Total	359			

[†] P>F

El valor de SPAD para las tres evaluaciones realizadas evidenció reducciones notorias con el aumento en la concentración de inóculo. En EC39 y con respecto al tratamiento SI, los tratamientos de BCI y ACI disminuyeron el valor de SPAD un 18,3 % y un 25,6 % respectivamente. Para EC60, se detectaron disminuciones de 22,2 % (BCI) y 34,7% (ACI) con respecto al tratamiento SI. En tanto para la evaluación de EC82 los porcentajes de disminución fueron de 29,7% (BCI) y 43,2% (ACI) frente al tratamiento SI (figura 3.10; Tablas anexo 3, 4 y 5).

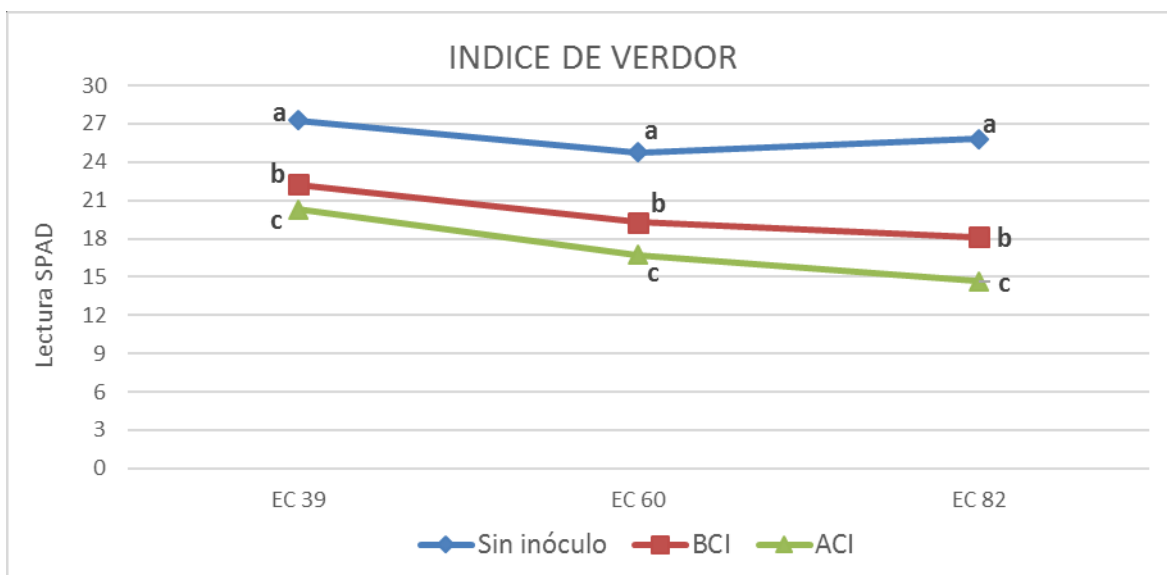


Figura 3.10. Índice de Verdor promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para el factor *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares en promedio de 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

En EC60 y EC82 se detectaron diferencias significativas para la interacción *Inoculación x Cultivar*. En EC60, seis cultivares presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos de inoculación, en tanto que los cultivares Klein Yará, Klein Guerrero, Baguette 17 y Baguette 18 no presentaron diferencias entre los tratamientos BCI y ACI. El rango de valores para el tratamiento SI fue desde 22,2 (ACA 315) a 33,7 (Klein Guerrero); 15,3 (Baguette 17) a 28,01 (Klein Guerrero) para el tratamiento BCI y 13,9 (Baguette 18) a 26,4 (Klein Guerrero) (Figura 3.11a; Tabla anexo 4).

En EC82, el tratamiento SI presentó los mayores valores de índice de verdor y se diferenció significativamente de los tratamientos BCI y ACI en todos los cultivares evaluados. Los genotipos Klein Yará, Baguette 11, ACA 303, ACA 315, y SY 100 no presentaron diferencias entre los tratamientos BCI y ACI. El rango de valores para el tratamiento SI fue desde 18,7 (Klein Yará) a 31,4 (Baguette 17); 10,6 (Klein Yará) a 22,4 (Klein Guerrero) para el tratamiento BCI y 8,4 (Klein Yará) a 21, (ACA 315) para ACI (Figura 3.11b; Tabla anexo 5).

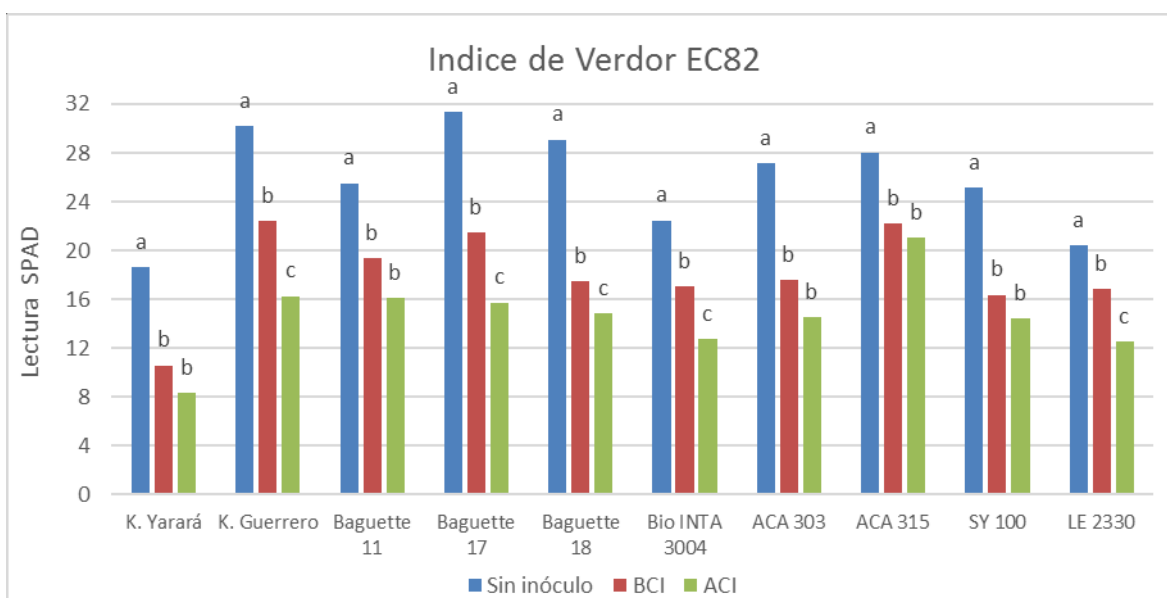
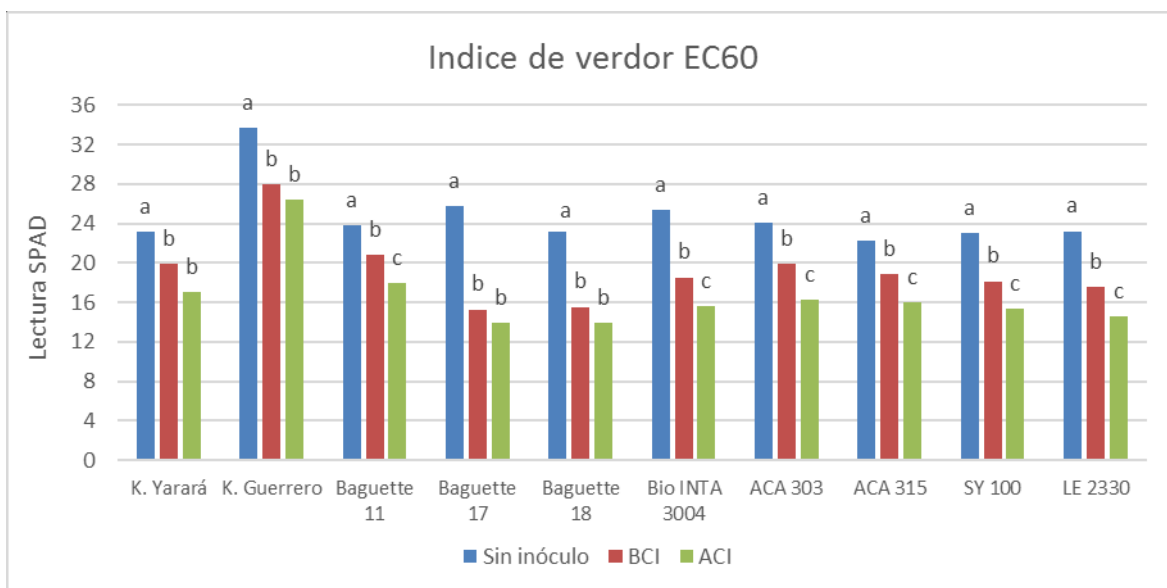


Figura 3.11 a y b. Índice de Verdor promedio en el estadio EC 60 (Figura a) y EC82 (Figura b) para la interacción *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

3.3.4. Índice de Área foliar total y Duración de área foliar total

Los diferentes *Años* influenciaron significativamente los valores de IAF en EC39, en tanto que los *Patógenos* lo hicieron en EC39 y EC82. Por su parte, la interacción *Año x Patógeno* manifestó diferencias en EC39 y EC60. Tanto el factor *Inoculación* como los *Cultivares* afectaron el IAF de las tres evaluaciones realizadas en forma significativa. La interacción *Patógeno x Inoculación* en EC39, la triple interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en EC82 y la interacción *Año x Cultivar* en los estadios EC60 y EC82 influenciaron en forma significativa el IAF (Tabla 3.5).

Por su parte, la interacción *Patógeno x Cultivar* para el IAF total EC39, la interacción *Inoculación x Cultivar* en EC82 y la triple interacción *Año x Patógeno x Cultivar* en EC39 y EC60 mostraron diferencias en la generación de IAF. El IAF en EC82 estuvo influenciado significativamente por la interacción *Año x Inoculación x Cultivar*, en tanto que la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* manifestó diferencias en las evaluaciones de EC39 y EC60 (Tabla 3.5).

En la integración de los tres estadios tanto la DAFT como la Tasa de caída de IAF EC39-EC82 estuvieron influenciadas por los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Patógeno*, *Año x Cultivar*, *Patógeno x Cultivar* y *Año x Patógeno x Cultivar*. Por su parte, la tasa de caída de IAF también presentó diferencias significativas entre *Años*, *Patógenos* y para la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* (Tabla 3.5).

Tabla 3.5. Valores de *p* (ANVA) de IAF total, duración de área foliar total y tasa de caída del IAF para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	IAFT EC39	IAFT EC60	IAFT EC82	DAFT	Tasa caída IAF EC39-EC82
Año (A)	1	(0,026)	(0,265)	(0,152)	(0,119)	(0,007)
Error A	2	20,873	17,297	1,059	24185	1,015
Patógeno (Pa)	1	(0,032)	(0,378)	(0,052)	(0,208)	(0,006)
A x Pa	1	(0,069)	(0,01)	(0,255)	(0,019)	(0,024)
Error B	4	6,088	7,545	0,209	8462	0,001
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,736)	(0,223)	(0,852)	(0,863)	(0,384)

Pa x In	2	(0,062)	(0,436)	(0,369)	(0,142)	(0,133)
A x Pa x In	2	(0,981)	(0,229)	(0,007)	(0,226)	(0,377)
Error C	16	1,551	0,951	0,178	993,5	0,0008
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,104)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(0,017)
Pa x Cu	9	(0,002)	(0,464)	(0,198)	(0,014)	(0,008)
In x Cu	18	(0,821)	(0,473)	(0,018)	(0,785)	(0,452)
A x Pa x Cu	9	(0,005)	(0,017)	(0,344)	(0,027)	(0,014)
A x In x Cu	18	(0,89)	(0,482)	(0,017)	(0,700)	(0,491)
Pa x In x Cu	18	(0,02)	(0,075)	(0,611)	(0,375)	(0,022)
A x Pa x In x Cu	18	(0,128)	(0,464)	(0,29)	(0,293)	(0,088)
Error D	216	1,289	0,679	0,098	617,6	0.0007
Total	359					

[†] P>F

Los tratamientos de inoculación influenciaron significativamente la dinámica del IAFI en los tres estadios evaluados como así también la tasa de caída del IAFI entre EC39-EC82 y la DAFT. En este sentido, los tratamientos BCI y ACI presentaron disminuciones notorias en el IAFI por estadios con respecto al tratamiento SI. En EC39 el tratamiento SI alcanzó un IAFI promedio de 8,27 en tanto que BCI (6,89) y ACI (6,47) presentaron reducciones del 16,7% y 21,8%, respectivamente con respecto al testigo SI. Cuando los tratamientos de inoculación fueron comparados en EC60, BCI (5,33) y ACI (4,39) exhibieron disminuciones del 14,8% y 29,8% con respecto al tratamiento SI (6,26), en tanto que en la evaluación en EC82 la caída en el IAFI con respecto al tratamiento SI (1,59) ante BCI (1,14) y ACI (0,91) fue del 27,9% y 42,5%, respectivamente. Si bien las tasas de caída de IAFI presentaron mayores valores en el tratamiento SI (-0,158.día⁻¹) con respecto a BCI (-0,136.día⁻¹) y ACI (-0,131.día⁻¹) los valores de IAFI para la primera (EC39) y última evaluación (EC82) fueron significativamente superiores en el tratamiento SI, como fue mencionado anteriormente (Figura 3.12; Tabla 3.6; Tablas anexo 6, 7 y 8).

Se presentaron importantes variaciones entre los genotipos evaluados y tratamientos de inoculación en los tres estadios. En EC39, el tratamiento SI obtuvo valores que fluctuaron entre 7,57 (LE 2330) a 9,34 (Klein Guerrero); entre 6,54 (LE 2330) a 7,34 (Baguette 17) para BCI y 6,07 (LE 2330) a 7,05 (ACA 315) para el tratamiento ACI (Figura 3.12; Tabla anexo 6). Para EC60 los valores de IAFI oscilaron entre 5,32 (SY 100) a 7,32 (Klein Guerrero) para SI; 4,88 (SY100) a 6,21 (Klein Yará) ante BCI, mientras que fluctuó entre 4,05 (SY100, BioINTA3004) a 4,88 (ACA 303) ante el tratamiento ACI (Figura 3.12;

Tabla anexo 7). Por su parte, la evaluación en EC82 presentó valores para el tratamiento SI que variaron entre 1,22 (BioINTA 3004) a 1,83 (ACA 303); de 0,69 (BioINTA 3004) a 1,57 (ACA 303) para BCI, en tanto que ante el tratamiento ACI se detectaron valores de 0,66 (BioINTA 3004) a 1,44 (ACA 303) (Figura 3.12; Tabla anexo 8).

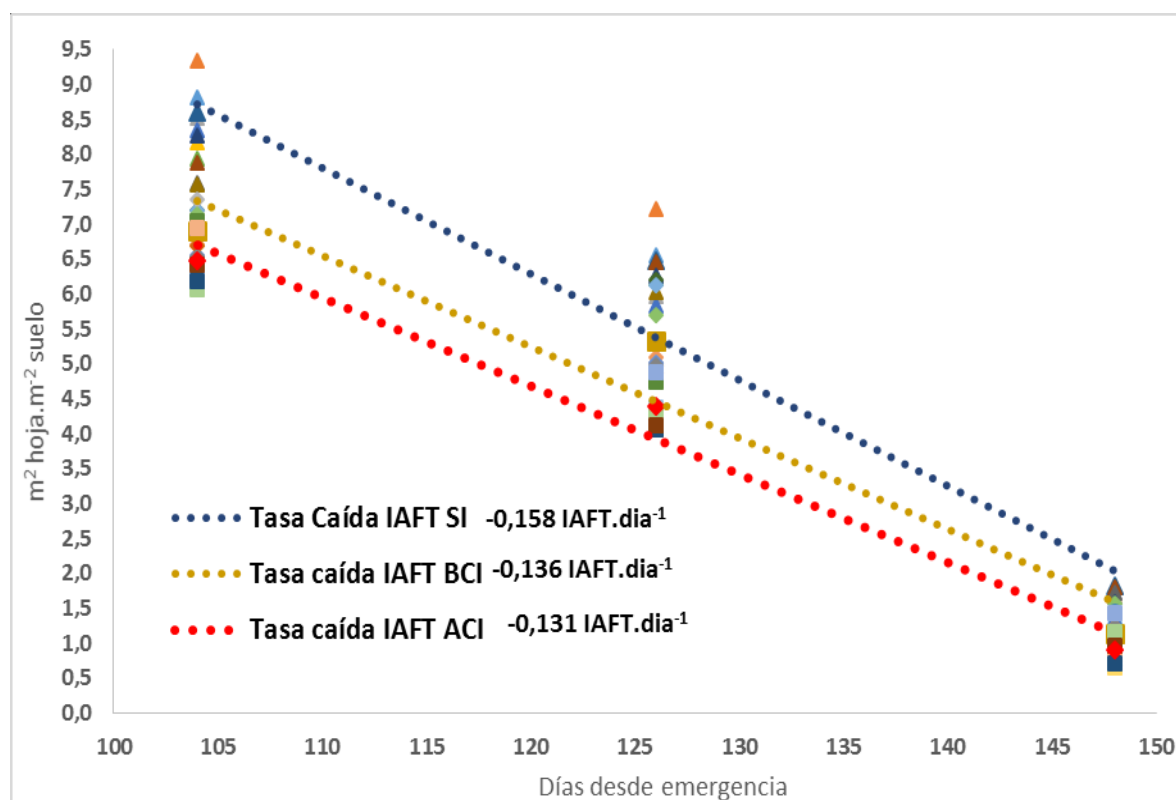


Figura 3.12. Índice de área foliar total promedio (IAFT) en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inocular), ■ (BCI) y ♦ (ACI). Los valores de tasa de caídas del IAFT se indican en el gráfico.

Las caídas notorias en el IAFT que se generaron ante incrementos en la concentración de inóculo provocaron reducciones significativas en la DAFT. En ese sentido, se detectaron caídas del 16,6 % (tratamiento BCI) y 28,3% (tratamiento ACI) con respecto al tratamiento SI (248) en esta variable (Figura 3.13).

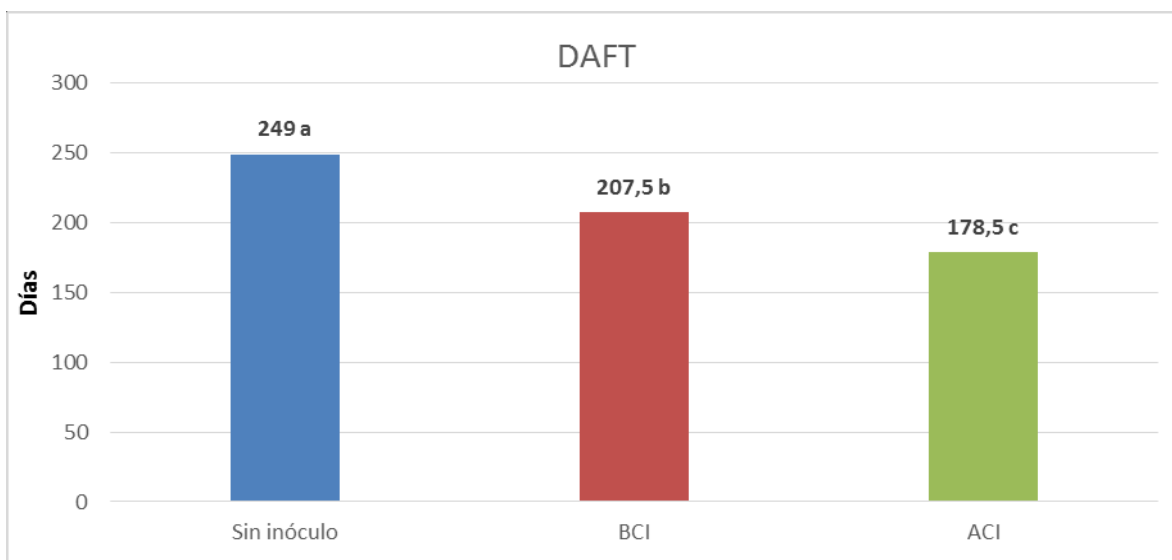


Figura 3.13. Duración de área foliar total promedio para el tratamiento *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

El IAFI para los tres estadios evaluados, la tasa de caída del IAFI y la DAFT presentaron diferencias significativas para la interacción *Patógeno x Cultivar* (figura 3.14a, 3.14b y 3.15). En la evaluación de EC39, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* presentaron un valor de IAFI promedio de 6,79, en tanto que ante *P.triticina* el IAFI promedio se ubicó en 7,63, detectándose diferencias significativas entre los patógenos evaluados. Dentro de este estadio, el rango de valores para los genotipos evaluados fluctuó entre 6,21 (LE 2330) a 7,19 (ACA 303) ante MA y desde 6,80 (ACA 315) a 8,80 (Klein Guerrero) para RH (Figura 3.14a y b; Tabla anexo 6). El IAFI promedio en EC60 no presentó diferencias significativas cuando MA (5,18) y RH (5,47) fueron comparados, sin embargo los cultivares evaluados presentaron importantes diferencias con valores que variaron entre 4,79 (SY 100) a 5,72 (Klein Guerrero) ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y desde 4,71 (SY 100) a 6,33 (Klein Guerrero) cuando *P.triticina* fue inoculado (Figura 3.14a y b; Tabla anexo 7). En la evaluación de grano pastoso, los valores promedios de IAFI ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* (1,28) y *P.triticina* (1,15) no presentaron diferencias significativas. Por otro lado, los genotipos evaluados presentaron en EC82 importantes diferencias que fluctuaron entre 0,95 (BioINTA 3004) a 1,68 (ACA 303) ante MA, en tanto

que ante RH los valores de IAF_T se ubicaron entre 0,77 (BioINTA 3004) a 1,45 (ACA 315) (Figura 3.14a y b; Tabla anexo 8).

La tasa de caída de IAF_T para el factor *Patógeno* presentó diferencias significativas, mostrando mayores valores ante RH (-0,153.día⁻¹) con respecto a MA (-0,129.día⁻¹), similar a la tendencia detectada en los cultivares evaluados donde seis de ellos presentaron mayores tasas de caídas ante inoculaciones con *P.triticina*, comportamiento que podría ser atribuido a los valores significativamente superiores que se obtuvieron en las evaluaciones de EC39 ante RH (Figura 3.14a y b; Tabla 3.6; Tabla anexo 6). En este sentido, los genotipos presentaron una tasa de caída que fluctuó entre -0,113.día⁻¹ (LE 2330) a -0,142.día⁻¹ (Klein Yará) ante MA, en tanto que ante RH se detectaron valores entre -0,127.día⁻¹ (ACA 315) a -0,166.día⁻¹ (Baguette 18) (Tabla 3.6). Con respecto a la DAFT, en dos de los genotipos evaluados (Klein Guerrero y Baguette 11) se presentaron menores valores ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis* (Figura 3.15; Tabla 3.7).

Se presentaron diferencias significativas en las tasas de caída de IAF_T para la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* (Tabla 3.6). Se encontró que ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* el cultivar Klein Yará fue el que mostró las mayores diferencias entre tratamientos de inoculación con valores de -0,187.día⁻¹ (SI), -0,123 (BCI) y 0,116 (ACI), en tanto que el genotipo Baguette 17 fue el que presentó las menores diferencias con caídas en el IAF_T.día⁻¹ de: -0,145 (SI), -0,137 (BCI) y -0,138 (ACI). Por su parte, ante inoculaciones de *P.triticina*, el cultivar ACA 303 fue el que presentó las mayores diferencias entre tratamientos de inoculación con valores de -0,178 (tratamiento SI), -0,132 (BCI) y -0,113 (ACI), en tanto que Baguette 17 fue nuevamente el que presentó las menores diferencias: -0,153 para el tratamiento SI, -0,156 (tratamiento BCI) y -0,153 para el tratamiento ACI (Tabla 3.6).

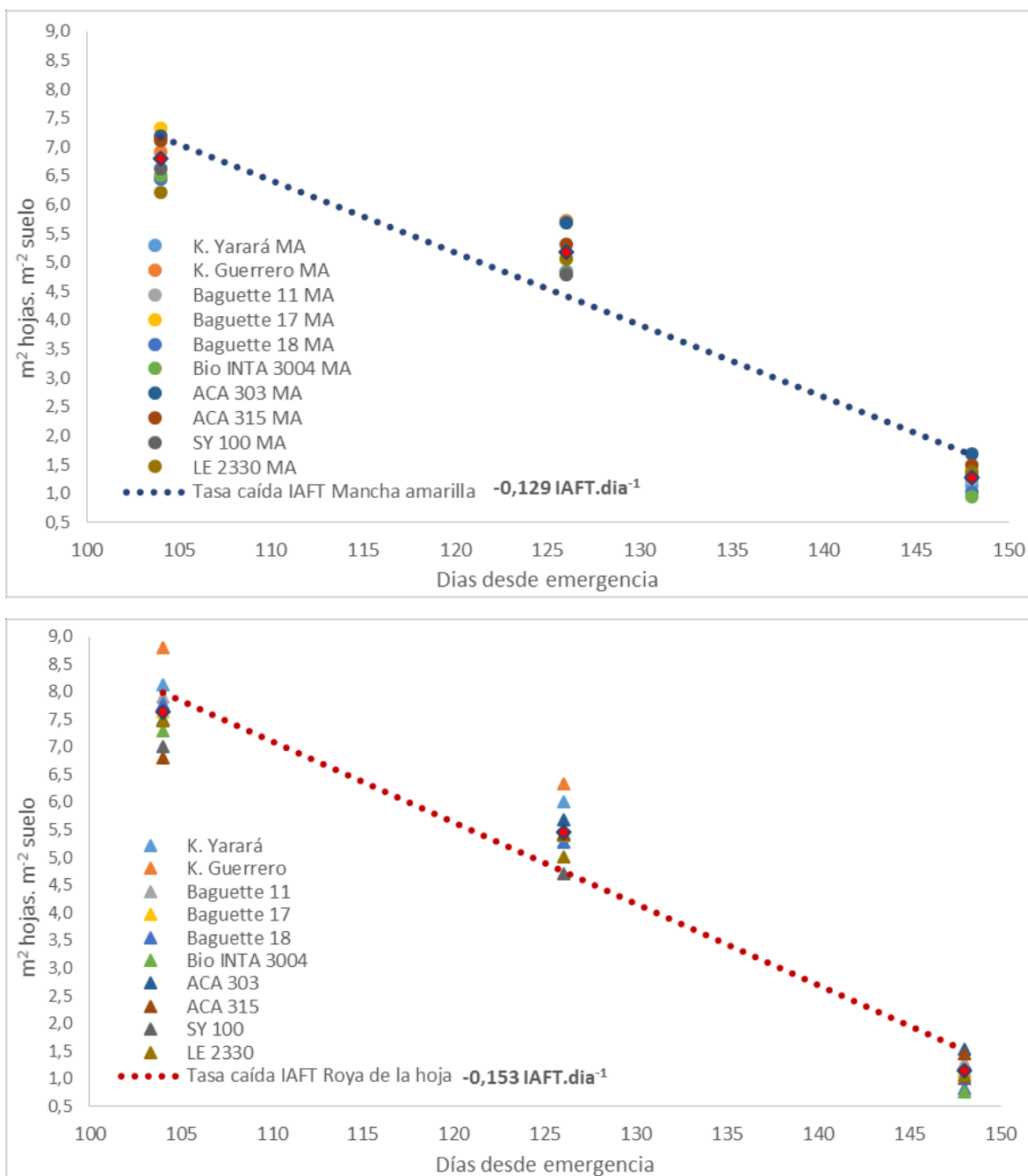


Figura 3.14a y b. Índice de área foliar total promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y b) *P. triticipina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste promedio para todos los genotipos.

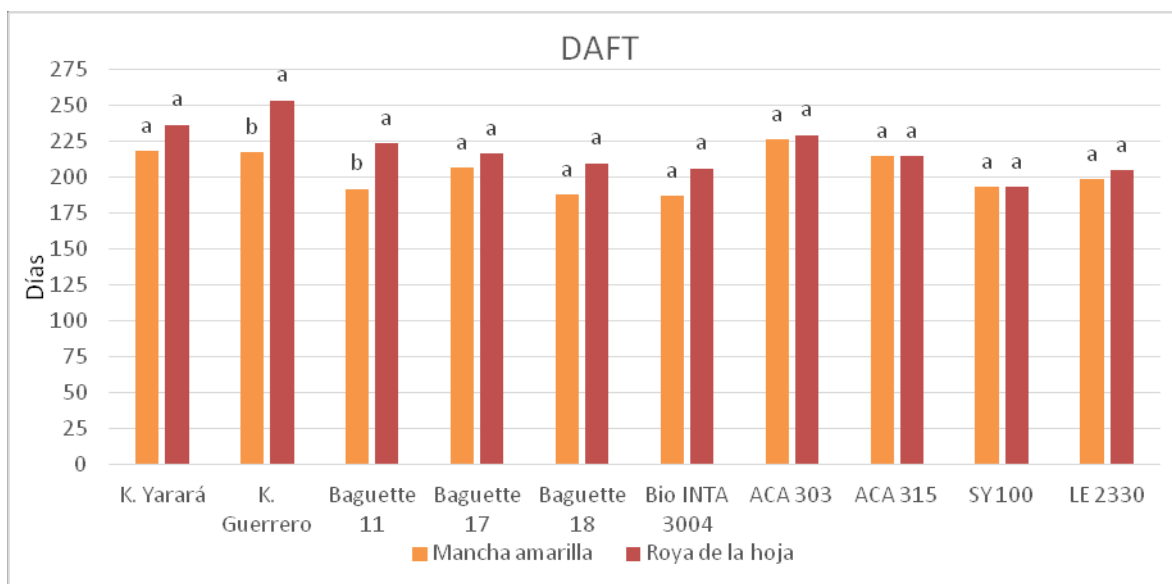
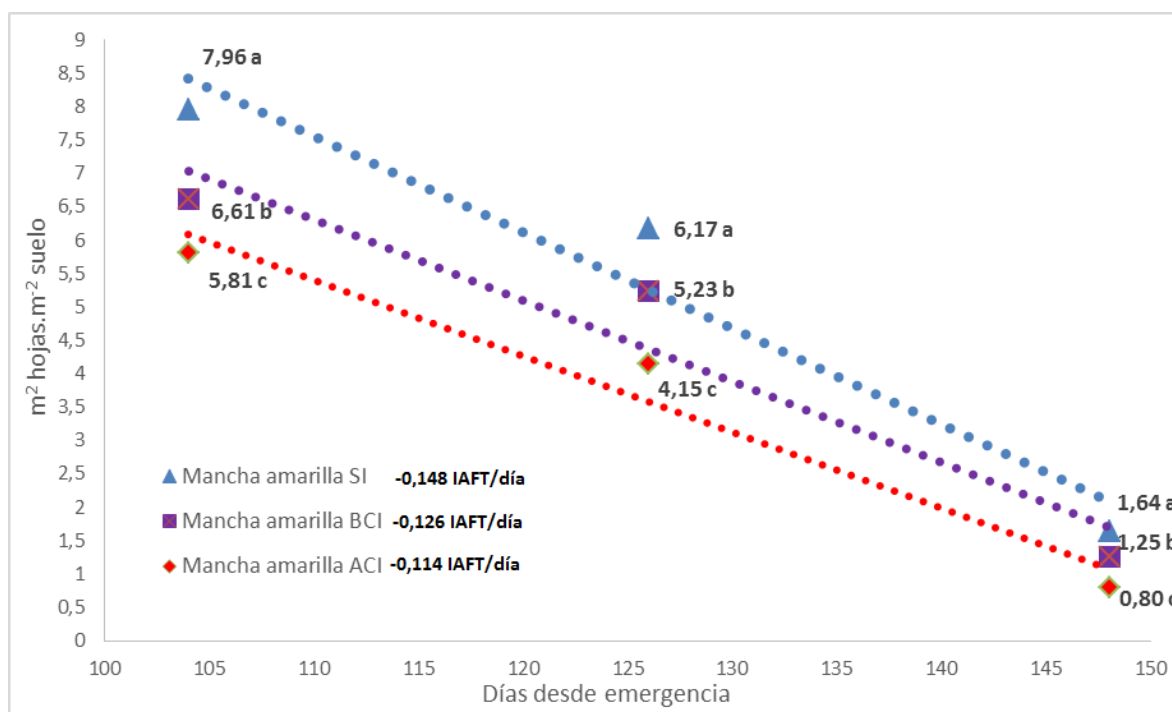


Figura 3.15. Duración de área foliar total promedio para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

La interacción *Patógeno x Inoculación* influyó significativamente el IAFI en EC39, EC60 y EC82, la tasa de caída del IAFI y la DAFT (Figuras 3.16 a y b y Figura 3.17; Tablas 3.6 y 3.7; Tablas anexo 6,7 y 8). En términos generales, aumentos en las concentraciones de inóculo de ambos patógenos produjeron reducciones notables en el IAFI y DAFT con respecto al tratamiento SI, sin embargo estas reducciones fueron más notables ante MA. En EC39, aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* provocaron reducciones del 16,9% (tratamiento BCI) y 27% (tratamiento ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFI=7,96). En el mismo estadio pero ante *P.triticina*, las disminuciones en el IAFI con respecto al tratamiento SI (8,58) fueron del 16,3% (BCI) y 16,9% ante ACI. En la evaluación de antesis los tratamientos BCI (-15,2%) y ACI (-32,8%) presentaron importantes reducciones en el IAFI con respecto al tratamiento SI (6,17) cuando *Py.tritici-repentis* fue inoculado, en tanto que frente a *P.triticina* las reducciones llegaron al 14,2% (BCI) y 27% (ACI) con respecto al tratamiento SI (6,34). Por último, aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* en EC82 generaron caídas en el IAFI del 23,5% (tratamiento BCI) y 51,4% (tratamiento ACI) con respecto al SI (IAFI=1,64) para

P. triticina y del 24,3% (BCI) al 39,4% (ACI) en comparación al tratamiento SI (1,69) para *Py.tritici-repentis* (Figuras 3.16 a y b; Tablas anexo 6,7 y 8)

Para ambos patógenos se presentaron diferencias significativas en la tasa de caída del IAFI entre EC39-EC82 ante diferentes tratamientos de inoculación, detectándose mayores valores ante los tratamientos SI de ambos patógenos, sin embargo los valores de IAFI para estos tratamientos presentaron los mayores valores en los tres estadios analizados (Figuras 3.16 a y b; Tabla 3.6; Tablas anexo 6,7 y 8). Para MA, el tratamiento SI presentó una tasa de disminución del IAFI de $-0,148.\text{día}^{-1}$ y se diferenció significativamente del tratamiento BCI ($-0,126.\text{día}^{-1}$) y ACI ($-0,114.\text{día}^{-1}$) que no presentaron diferencias entre sí. Si bien las inoculaciones con *P.triticina* presentaron en general mayores tasas de caída de IAFI que en MA, debido a los mayores valores de IAFI que se detectaron en EC39 ante inoculaciones con este patógeno, se detectaron menores diferencias porcentuales entre tratamientos de inoculación ante RH. En este sentido el tratamiento SI ($-0,166.\text{día}^{-1}$) se diferenció significativamente de BCI ($-0,146.\text{día}^{-1}$) y ACI ($-0,148.\text{día}^{-1}$), tratamientos que no se diferenciaron entre sí (Figuras 3.16 a y b; Tabla 3.6; Tablas anexo 6,7 y 8).



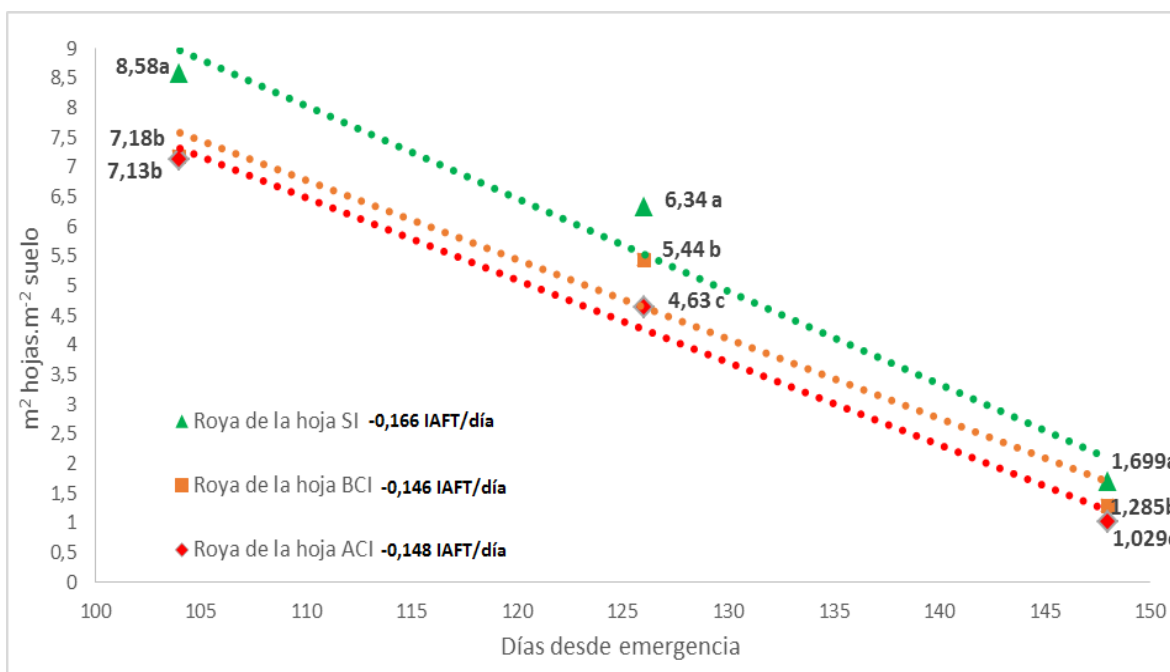


Figura 3.16 a y b. Índice de área foliar total promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con a) *Py. tritici-repentis* (Figura a) y b) *P.triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Las líneas punteadas indica la regresión para cada tratamiento de inoculación.

Cuando la DAFT fue analizada se encontraron mayores reducciones ante incrementos en la concentración de inóculo de MA con respecto a RH. En este sentido, se detectó una caída en la DAFT del 16,5% (BCI) y 31,7% (ACI) con respecto al tratamiento SI (243,5) cuando *Py.tritici.repentis* fue el patógeno inoculado. Ante *P.triticina* las disminuciones en la DAFT fluctuaron entre 16,8% (tratamiento BCI) y 25,1% (tratamiento ACI) comparado con el tratamiento SI (254,5) (Figura 3.17, Tabla 3.7).

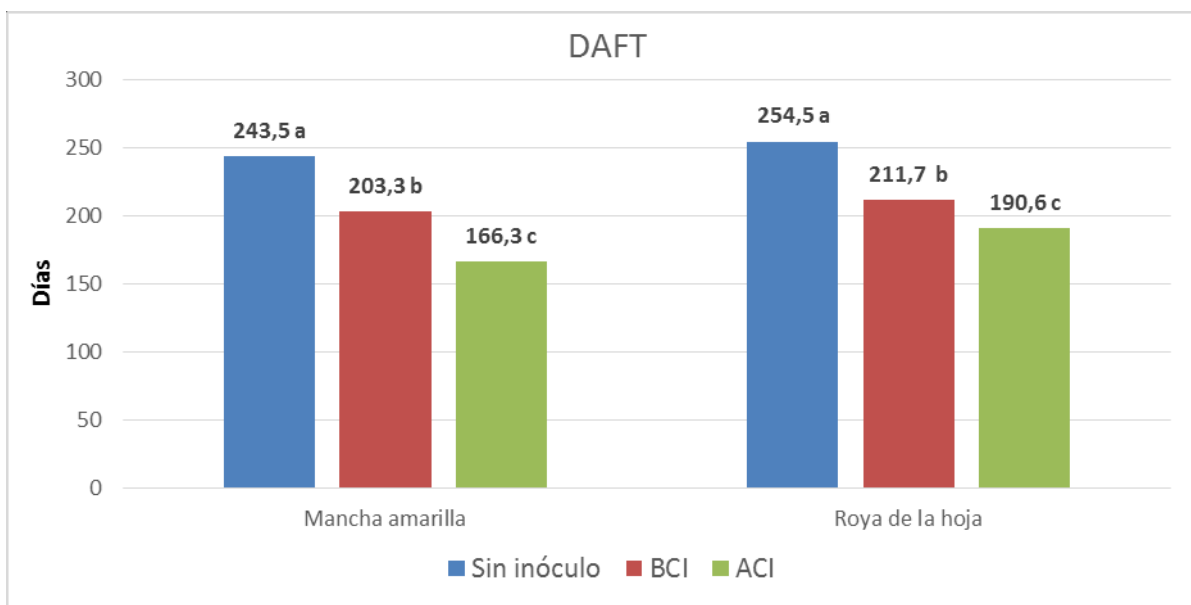


Figura 3.17. Duración de área foliar total promedio para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Tabla 3.6. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa de caída de IAFT EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Tasa caída IAFT EC39-EC82 (IAFT.dia ⁻¹)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<i>Cultivar</i>																
Klein Yará	-0,26	-0,17	-0,16	-0,20	-0,21	-0,23	-0,24	-0,23	-0,11	-0,08	-0,07	-0,09	-0,12	-0,10	-0,10	-0,10
Klein Guerrero	-0,21	-0,18	-0,17	-0,19	-0,25	-0,21	-0,21	-0,22	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08	-0,18	-0,10	-0,11	-0,13
Baguette 11	-0,20	-0,19	-0,13	-0,17	-0,22	-0,20	-0,21	-0,21	-0,11	-0,05	-0,06	-0,07	-0,11	-0,08	-0,12	-0,10
Baguette 17	-0,19	-0,18	-0,20	-0,19	-0,20	-0,22	-0,21	-0,21	-0,10	-0,10	-0,08	-0,09	-0,10	-0,09	-0,10	-0,10
Baguette 18	-0,20	-0,18	-0,18	-0,19	-0,26	-0,24	-0,23	-0,24	-0,09	-0,08	-0,04	-0,07	-0,11	-0,07	-0,08	-0,09
Bio INTA 3004	-0,21	-0,16	-0,14	-0,17	-0,23	-0,23	-0,22	-0,23	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,10	-0,07	-0,08	-0,08
ACA 303	-0,18	-0,15	-0,15	-0,16	-0,26	-0,18	-0,15	-0,20	-0,10	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,09
ACA 315	-0,20	-0,18	-0,13	-0,17	-0,20	-0,17	-0,18	-0,18	-0,10	-0,09	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07
SY 100	-0,17	-0,17	-0,15	-0,16	-0,18	-0,21	-0,21	-0,20	-0,10	-0,08	-0,08	-0,09	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08
LE 2330	-0,16	-0,14	-0,15	-0,15	-0,25	-0,23	-0,21	-0,23	-0,09	-0,06	-0,07	-0,08	-0,08	-0,07	-0,08	-0,08
Promedio Inoculación	-0,20	-0,17	-0,16		-0,23	-0,21	-0,21		-0,10	-0,08	-0,07		-0,11	-0,08	0,09	
Promedio Patógeno	-0,17				-0,21				-0,08				-0,09			
Promedio 2012	-0,19															
Promedio 2013	-0,09															
LSD †	Año:0,038*; Patógeno=0,013* ; Año x Patógeno=0,017*; Inoculación =0,008** ; Cultivar=0,012**; Año x Cultivar=0,028* ; Patógeno x Cultivar=0,019*; Año x Patógeno x Cultivar=0,027* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar= 0,03*; Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar= 0,047‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 3.7. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de la Duración de área foliar total (DAFT) en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Duración de área foliar total (DAFT)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	270	231	205	235	295	291	240	275	236	208	162	202	232	197	166	198
Klein Guerrero	273	214	181	223	316	280	245	281	261	221	156	213	286	204	190	227
Baguette 11	230	210	145	195	293	240	250	261	245	184	139	189	216	170	173	186
Baguette 17	226	193	182	201	324	237	190	250	263	197	181	214	211	187	152	183
Baguette 18	231	187	170	196	269	248	227	248	231	168	141	180	210	159	146	172
Bio INTA 3004	198	162	144	168	267	214	198	226	262	205	152	207	223	177	159	186
ACA 303	250	231	189	223	322	275	269	289	278	233	176	229	192	165	153	170
ACA 315	274	245	177	232	331	247	229	269	228	197	168	198	183	166	133	161
SY 100	228	179	152	186	257	226	225	236	230	206	166	201	177	159	117	151
LE 2330	240	216	190	215	308	242	218	256	217	179	148	181	178	150	133	154
Promedio Inoculación	242	207	174		298	250	229		245	200	159		211	174	152	
Promedio Patógeno	208				259				201				179			
Promedio 2012	233															
Promedio 2013	190															
LSD †	Año x Patógeno=38,1*; Inoculación =8,6** ; Cultivar=11,5** ; Año x Cultivar=57,6** ; Patógeno x Cultivar=27,5* ; Año x Patógeno x Cultivar=38,9*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

3.3.5. Índice de área foliar verde y Duración de área foliar verde

Los *Años* influenciaron significativamente el IAFV en EC39 y EC82, los *patógenos* lo hicieron para la evaluación EC39, en tanto que la interacción *Año x Patógeno* lo hizo para IAFV EC60 y DAFV. Los tratamientos *Inoculación* y *Cultivares* afectaron significativamente las cuatro evaluaciones de IAFV y la DAFV. Por su parte, la interacción *Año x Cultivar* mostró diferencias significativas en EC60, EC82 y DAFV (Tabla 3.8).

La interacción *Año x Inoculación* afectó en forma significativa el IAFV EC82, en tanto que las interacciones *Patógeno x Inoculación* y *Año x Patógeno x Inoculación* lo hicieron en EC60, EC82 y DAFV. La interacción *Patógeno x Cultivar* influenció en forma significativa el IAFV EC39 y el DAFV, en tanto que la interacción *Inoculación x Cultivar* lo hizo para la evaluación de EC60 y DAFV. La triple interacción *Año x Patógeno x Cultivar* manifestó diferencias significativas en EC39, EC60 y DAFV. La evaluación en EC82 mostró diferencias significativas para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* (Tabla 3.8).

Por su parte, la Tasa de caída de IAFV para el periodo EC39-EC82 estuvo influenciada por los *Años*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Patógenos*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Patógeno*, *Año x Inoculación*, *Patógeno x Cultivar* y *Año x Patógeno x Cultivar* (Tabla 3.8).

Tabla 3.8. Valores *p* de (ANVA) de IAF verde, Duración de área foliar verde y tasa de caída de IAFV para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	IAFV EC39	IAFV EC60	IAFV EC82	DAFV	Tasa caída IAFV EC39-EC82
Año (A)	1	(0,041)	(0,553)	(0,077)	(0,358)	(0,005)
Error A	2	14,28	8,850	1,302	14875	0,003
Patógeno (Pa)	1	(0,062)	(0,354)	(0,129)	(0,965)	(0,005)
A x Pa	1	(0,115)	(0,018)	(0,307)	(0,054)	(0,032)
Error B	4	6,603	3,179	0,900	6087	0,001
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,13)	(0,631)	(<0,001)	(0,967)	(<0,001)
Pa x In	2	(0,322)	(0,098)	(0,009)	(0,060)	(0,652)
A x Pa x In	2	(0,585)	(0,041)	(0,068)	(0,064)	(0,777)
Error C	16	0,915	0,515	0,055	544,6	0,0004
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)

A x Cu	9	(0,145)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(0,103)
Pa x Cu	9	(0,011)	(0,557)	(0,505)	(0,071)	(0,026)
In x Cu	18	(0,921)	(0,085)	(0,100)	(0,089)	(0,964)
A x Pa x Cu	9	(<0,001)	(0,009)	(0,222)	(<0,001)	(<0,001)
A x In x Cu	18	(0,976)	(0,12)	(0,008)	(0,223)	(0,972)
Pa x In x Cu	18	(0,294)	(0,212)	(0,979)	(0,858)	(0,438)
A x Pa x In x Cu	18	(0,13)	(0,78)	(0,704)	(0,497)	(0,10)
Error D	216	0,988	0,435	0,041	402,5	0,0005
Total	359					

^T P>F

La dinámica del IAFV en los tres estadios evaluados como así también la tasa de caída del IAFV en el periodo EC39-EC82 y la DAFV estuvieron influenciadas por los tratamientos de inoculación y por la interacción *Inoculación x Cultivar* (Figuras 3.18 y 3.19; Tablas 3.9 y 3.10; Tablas anexo 9, 10 y 11). Al igual que el IAFV, los tratamientos BCI y ACI presentaron disminuciones notorias en el IAFV por estadios con respecto al tratamiento SI. Es importante recalcar que los tratamientos BCI y ACI presentaron valores inferiores al IAF crítico (IAF=5) a partir de la evaluación de EC60. En EC39 el tratamiento SI obtuvo un IAFV promedio de 7,05 en tanto que BCI con 5,66 y ACI con 5,17 presentaron reducciones del 19,7% y 26,6%, respectivamente. Cuando los tratamientos de inoculación fueron comparados en EC60, BCI (3,77) y ACI (3,06) exhibieron disminuciones del 24,3% y 38,6% con respecto al tratamiento SI (IAFV=4,97), en tanto que en la evaluación en EC82 la disminución en el IAFV con respecto al tratamiento SI (0,69) ante BCI (0,34) y ACI (0,23) fue del 51,4% y 66,3%, respectivamente (Figura 3.18, Tablas anexo 9, 10 y 11). Con respecto a la tasa de caída del IAFV (IAFV.día⁻¹) se detectaron diferencias significativas entre los tres tratamientos de inoculación. En ese sentido, si bien las tasas de caída de IAFV presentaron mayores valores en el tratamiento SI (-0,149.día⁻¹) con respecto a BCI (-0,125.día⁻¹) y ACI (-0,115.día⁻¹) los valores de IAFV para la primera (EC39) y última evaluación (EC82) fueron significativamente superiores ante el tratamiento SI, comportamiento similar al encontrado en el IAFV (Figura 3.18, Tabla 3.10; Tablas anexo 9 y 11). Con respecto a la DAFV, incrementos en la concentración de inóculo provocaron reducciones del 24% (tratamiento BCI) al 35,4% (tratamientos ACI) con respecto al tratamiento SI (194,2 días) (Figura 3.19, Tabla 3.9).

Se registraron importantes variaciones entre los cultivares evaluados y tratamientos de inoculación en los tres estadios con respecto al IAFV, destacándose los genotipos Klein

Guerrero, ACA 303 y ACA 315 por los altos valores de IAFV en tanto que LE2330 y SY 100 mostraron en forma general los menores valores (Figura 3.18; Tablas anexos 9, 10 y 11). En la primera evaluación, el tratamiento SI obtuvo valores que oscilaron entre 6,30 (LE 2330) a 8,04 (Klein Guerrero); entre 5,09 (LE 2330) a 6,16 (ACA 303) para BCI y 4,83 (LE 2330) a 5,77 (Klein Guerrero) para el tratamiento ACI. Para EC60 los valores de IAFV oscilaron entre 4,17 (SY 100) a 6,12 (Klein Guerrero) para SI; 3,14 (Baguette 18) a 4,56 (Klein Guerrero) ante BCI, mientras que fluctuó entre 2,76 (LE 2330) a 3,50 (Klein Guerrero) ante el tratamiento ACI. Por su parte, en la evaluación de EC82 se presentaron valores para el tratamiento SI que variaron entre 0,39 (LE 2330) a 1,02 (ACA 315); de 0,14 (Baguette 18) a 0,69 (ACA 315) para BCI, en tanto que ante el tratamiento ACI se detectaron valores de 0,10 (LE 2330) a 0,50 (ACA 315) (Figura 3.18; Tablas anexos 9, 10 y 11).

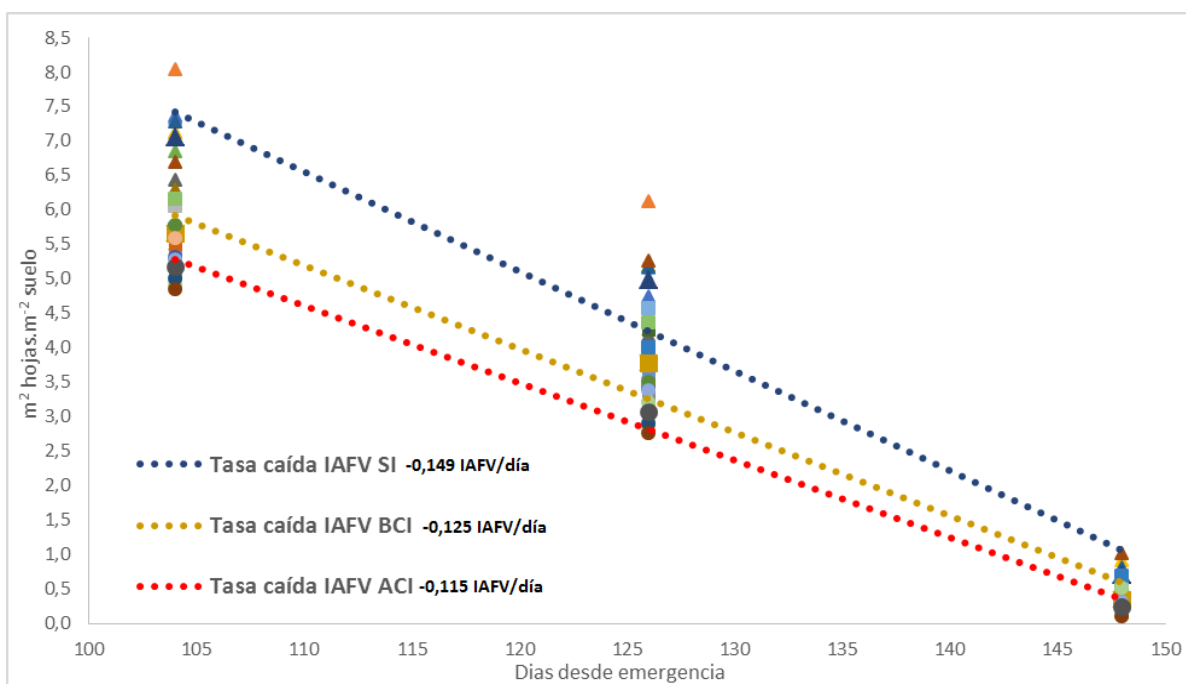


Figura 3.18. Índice de área foliar verde (IAFV) promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ■ (BCI) y ● (ACI). Las líneas punteadas indican la regresión de las variables para cada nivel de inoculación.

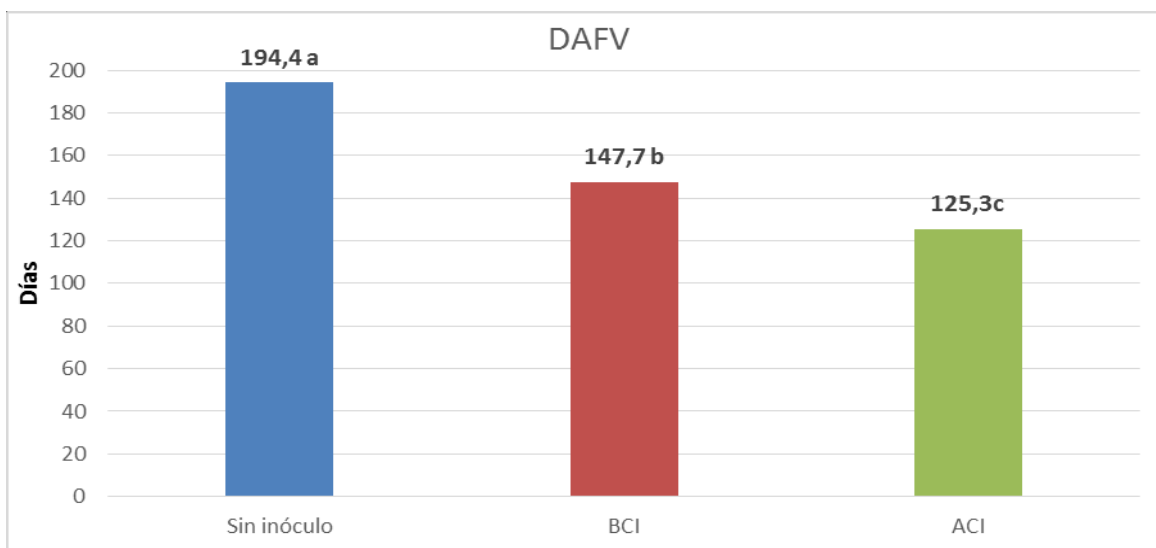


Figura 3.19. Duración de área foliar verde promedio para el tratamiento *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Para los años de evaluación se detectaron importantes diferencias con respecto a la tasa de caída del IAFV, presentándose mayores valores para el año 2012, concordando con los mayores niveles de enfermedad detectados en ese año. Para el primer año de evaluación, el tratamiento SI presentó una tasa de $-0,198.\text{día}^{-1}$, en tanto que BCI ($-0,167.\text{día}^{-1}$) y el tratamiento ACI ($-0,151.\text{día}^{-1}$). Por su parte en 2013, el tratamiento SI mostró una tasa de caída de $-0,10.\text{día}^{-1}$, BCI ($-0,083.\text{día}^{-1}$) y ACI ($0,08.\text{día}^{-1}$). Si bien los tratamientos SI presentaron mayores valores de tasas de caída, en las evaluaciones de EC39 y EC82 se presentaron valores de IAFV significativamente superiores para este tratamiento (Tabla 3.10; Tablas anexo 9, 10 y 11).

La interacción *Patógeno x Cultivar* influyó significativamente tanto la dinámica del IAFV en las tres evaluaciones, la tasa de caída del IAFV y la DAFV (figuras 3.20 a y b; Tablas 3.9 y 3.10; Tablas anexo 9, 10 y 11). En la evaluación de EC39, se detectaron diferencias significativas entre los patógenos evaluados. En este sentido, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* presentaron un valor de IAFV promedio de 5,61, en tanto que ante *P.triticina* el IAFV promedio se ubicó en 6,31. Dentro de este estadio, el rango de valores para los genotipos evaluados fluctuó entre 5,04 (LE 2330) a 6,07 (Baguette 17) ante MA y desde 5,67 (SY 100) a 7,39 (Klein Guerrero) para RH (figuras 3.20 a y b; Tabla anexo 9).

El IAFV promedio en EC60 no presentó diferencias significativas cuando MA (4,03) y RH (3,83) fueron comparados, sin embargo los cultivares evaluados presentaron importantes diferencias con valores que variaron entre 3,62 (SY 100) a 4,76 (Klein Guerrero) ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y desde 3,25 (SY 100) a 4,70 (Klein Guerrero) cuando *P.triticina* fue inoculado (figuras 3.20 a y b; Tabla anexo 10). En la evaluación de grano pastoso los valores promedios de IAFV ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* (0,52) y *P.triticina* (0,33) no presentaron diferencias significativas. Para esta evaluación los genotipos evaluados presentaron sustanciales diferencias que fluctuaron entre 0,34 (LE 2330) a 0,77 (ACA 315) ante MA, en tanto que ante RH los valores de IAFV se ubicaron entre 0,12 (LE 2330) a 0,7 (ACA 315) (figuras 3.20 a y b; Tabla anexo 11)

Al igual que en el IAFV, la tasa de caída de IAFV promedio presentó mayores valores ante *P.triticina* ($-0,14.\text{día}^{-1}$) con respecto a *Py.tritici-repentis* ($-0,12.\text{día}^{-1}$) explicado por el comportamiento detectado en ocho de los genotipos que presentaron mayores tasas de caídas ante inoculaciones con *P.triticina*, pudiendo esto ser atribuido a los valores significativamente superiores que se obtuvieron en las evaluaciones de EC39 ante RH (Tabla 3.10; Tabla anexo 9). En este sentido, los cultivares presentaron una tasa de caída que fluctuó entre $-0,109.\text{día}^{-1}$ (Baguette 11 y LE 2330) a $-0,128.\text{día}^{-1}$ (Klein Yará) ante MA, en tanto que ante RH se detectaron valores entre $-0,121.\text{día}^{-1}$ (ACA 315) a $-0,161.\text{día}^{-1}$ (Baguette 11) (Tabla 3.10). Con respecto a la DAFV, no se detectaron diferencias entre patógenos ante un mismo genotipo, sin embargo se presentaron diferencias significativas entre cultivares cuando fue inoculado el mismo patógeno. En ese sentido, ante MA el rango de valores de DAFV fluctuó entre 140,8 (Baguette 11) a 175,1 (Klein Guerrero) y entre 134,4 (LE 2330) a 189 (Klein Guerrero) ante RH (Tabla 3.9).

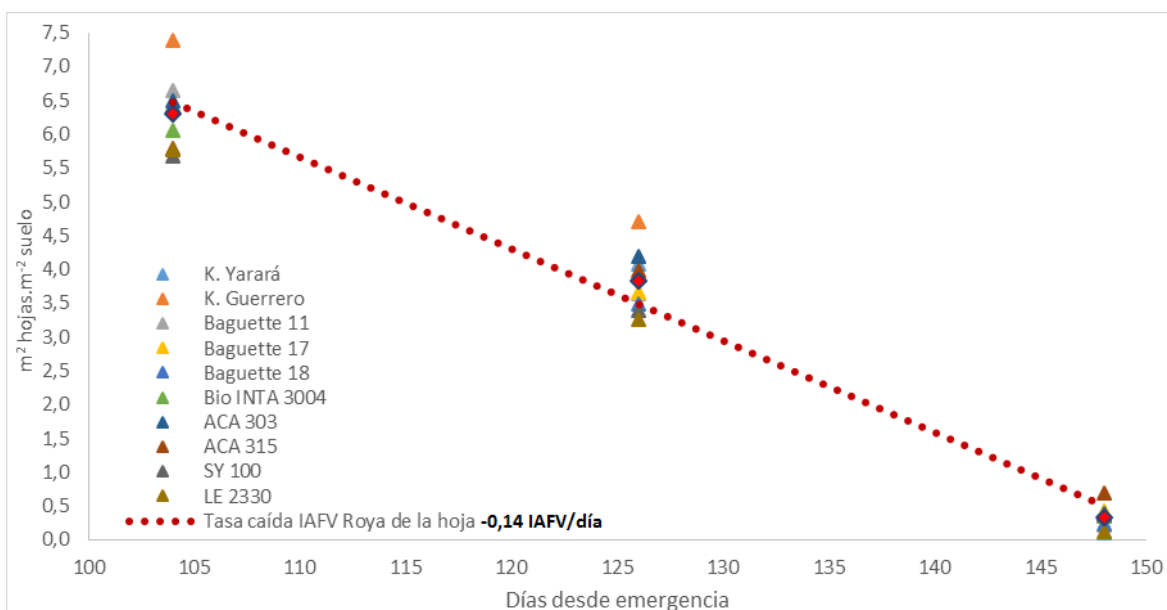
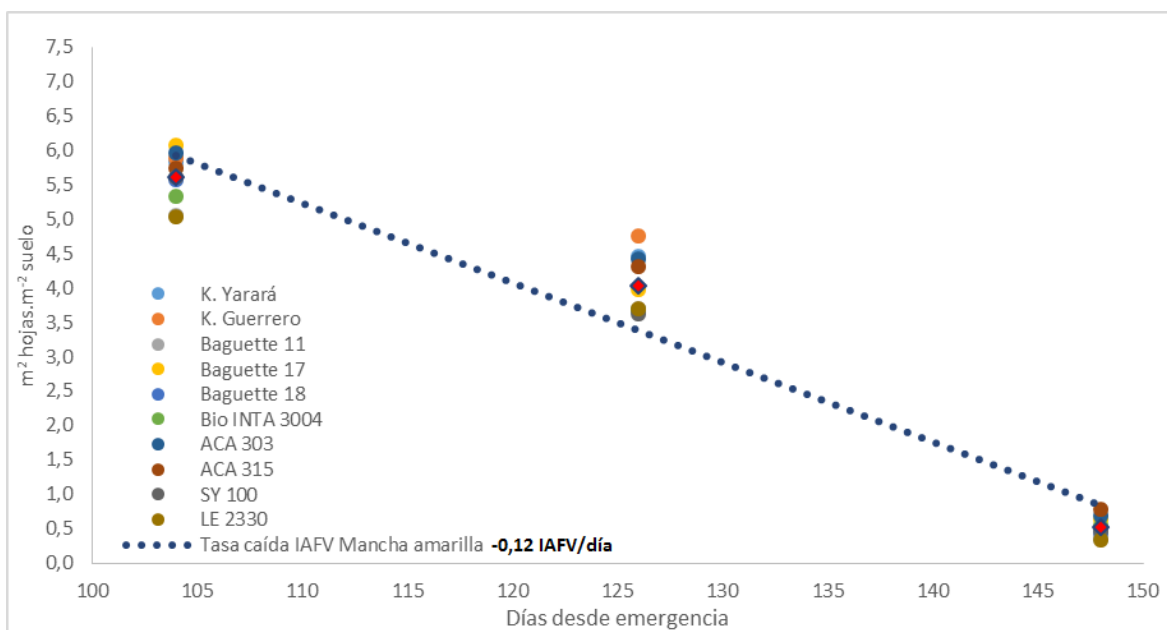


Figura 3.20 a y b. Índice de área foliar verde promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. tritricina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste promedio para todos los genotipos.

La DAFV exhibió diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación*. A excepción del tratamiento SI de *P.tritricina* que presentó mayores valores en

2012, no se detectaron diferencias significativas entre años. En ambos años, el tratamiento SI presentó valores superiores de DAFV diferenciándose significativamente de los tratamientos de BCI y ACI (Figura 3.21; Tabla 3.9).

El rango de valores en 2012 fue para MA de 189 días (SI) a 121 (ACI) implicando una disminución del 36,2% en la DAFV frente a una alta presión de inóculo del patógeno. Para RH y comparando los mismos tratamientos, la caída en el DAFV fue del 32,4%. En el año 2013 e inoculaciones con *Py.tritici-repentis*, la disminución en la DAFV debido a mayores niveles de enfermedad fue del 41,1% cuando se comparó el tratamiento ACI con el que SI. Para *P.triticina*, la caída en el DAFV fue del 31,9 % cuando se comparó el tratamiento ACI con el SI (Figura 3.21). Las mayores disminuciones en el DAFV ante MA podrían estar explicadas a las mayores reducciones porcentuales en el IAFV ante incrementos en la concentración de inóculo con respecto a RH en EC60 y EC82 (Tablas anexo 10 y 11).

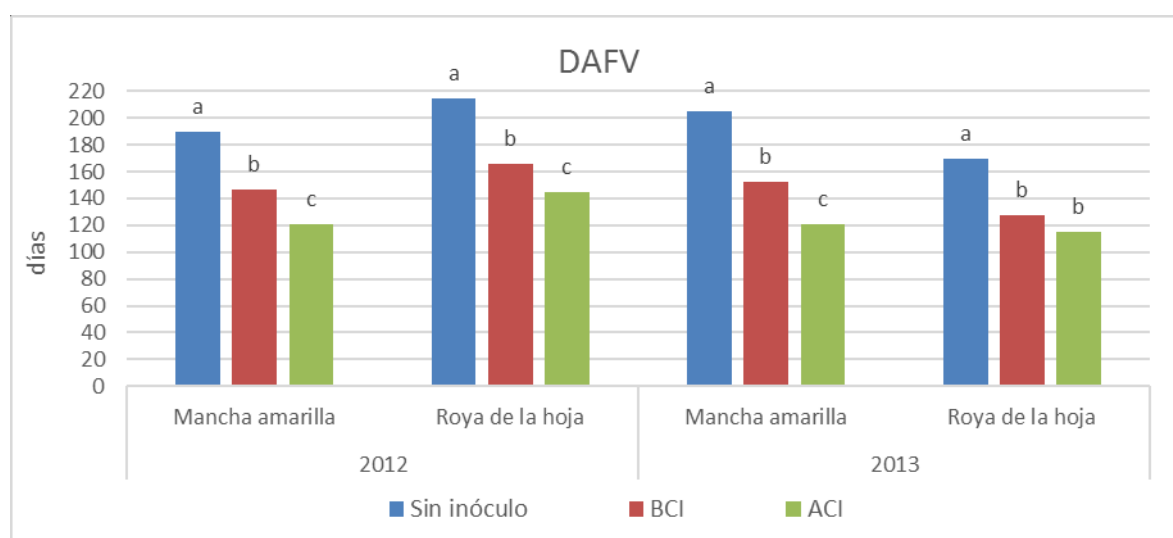


Figura 3.21. Duración de área foliar verde promedio para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Tabla 3.9. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Duración de Área Foliar Verde en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

DAFV																
Cultivar	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Klein Yará	217	168	152	179	212	170	140	174	187	153	123	154	179	141	120	147
Klein Guerrero	236	160	134	177	238	183	158	193	222	177	122	174	235	166	154	185
Baguette 11	170	139	90	133	202	151	144	166	202	136	108	149	163	128	135	142
Baguette 17	172	137	114	141	215	153	118	162	237	158	140	178	183	135	119	146
Baguette 18	181	130	121	144	193	159	141	164	211	124	103	146	180	101	109	130
Bio INTA 3004	148	112	90	117	199	147	135	160	227	161	124	170	189	136	121	149
ACA 303	195	166	133	165	234	198	173	202	224	185	123	177	158	130	115	134
ACA 315	215	173	133	174	255	172	145	191	191	159	135	161	149	129	105	128
SY 100	178	130	110	139	181	164	157	167	179	147	127	151	141	113	85	113
LE 2330	182	146	131	153	213	159	136	169	168	123	101	131	117	93	89	100
Promedio Inoculación	189	146	121		214	165	145		205	152	121		169	127	115	
Promedio Patógeno	152				175				159				137			
Promedio 2012	163															
Promedio 2013	148															
LSD †	Año x Patógeno = 32,29 ₧ ; Inoculación = 6,39** ; Cultivar= 9,32** ; Patógeno x Inoculación= 22,32 ₧ ; Patógeno x Cultivar = 23,11 ₧ ; Año x Cultivar= 13,18 ** ; Inoculación x Cultivar= 16,42 ₧ ; Año x Patógeno x Inoculación= 12,77 ₧ ; Año x Patógeno x Cultivar=32,68 **															

Tabla 3.10. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* para la Tasa de caída del IAFV EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Tasa caída IAFV EC39-EC82 (caída IAFV.dia⁻¹)

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	-0,22	-0,15	-0,13	-0,17	-0,19	-0,19	-0,17	-0,19	-0,11	-0,08	-0,08	-0,09	-0,12	-0,10	-0,10	-0,11
Klein Guerrero	-0,20	-0,17	-0,15	-0,17	-0,21	-0,18	-0,17	-0,19	-0,09	-0,08	-0,08	-0,08	-0,18	-0,11	-0,11	-0,13
Baguette 11	-0,18	-0,15	-0,11	-0,14	-0,22	-0,19	-0,17	-0,19	-0,10	-0,06	-0,06	-0,07	-0,12	-0,09	-0,11	-0,11
Baguette 17	-0,18	-0,16	-0,16	-0,17	-0,21	-0,19	-0,17	-0,19	-0,10	-0,09	-0,08	-0,09	-0,10	-0,09	-0,09	-0,09
Baguette 18	-0,19	-0,16	-0,16	-0,17	-0,24	-0,19	-0,18	-0,20	-0,09	-0,08	-0,05	-0,07	-0,11	-0,07	-0,09	-0,09
Bio INTA 3004	-0,18	-0,13	-0,11	-0,14	-0,21	-0,18	-0,18	-0,19	-0,09	-0,09	-0,07	-0,08	-0,10	-0,07	-0,07	-0,08
ACA 303	-0,16	-0,16	-0,14	-0,15	-0,24	-0,18	-0,15	-0,19	-0,10	-0,10	-0,08	-0,09	-0,10	-0,09	-0,09	-0,09
ACA 315	-0,17	-0,16	-0,12	-0,15	-0,21	-0,17	-0,16	-0,18	-0,09	-0,08	-0,07	-0,08	-0,07	-0,07	-0,06	-0,07
SY 100	-0,18	-0,15	-0,13	-0,15	-0,17	-0,18	-0,17	-0,17	-0,10	-0,08	-0,08	-0,08	-0,09	-0,08	-0,07	-0,08
LE 2330	-0,14	-0,13	-0,13	-0,13	-0,23	-0,18	-0,16	-0,19	-0,10	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
Promedio Inoculación	-0,18	-	-0,13		-0,22	-0,18	-0,17		-0,09	-0,08	-0,07		-0,11	-0,08	-0,09	
Promedio Patógeno	-0,16				-0,19				-0,08				-0,09			
Promedio 2012	-0,17															
Promedio 2013	-0,09															
LSD †	Año:-0,027*; Patógeno=0,011*; Año x Patógeno=0,015*; Inoculación =0,006** ;Año x Inoculación=0,008** Cultivar=0,011**; Patógeno x Cultivar=0,017*; Año x Patógeno x Cultivar= 0,023**; Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar= 0,037†															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

3.3.6. % Índice de área foliar no verde / Índice de área foliar total (%AFNV)

El %AFNV fue influenciado significativamente por los *años* en EC39, EC60 y EC82, por los *Patógenos* y la interacción *Año x Patógeno* para EC60. Por su parte, tanto los tratamientos de *Inoculación* como los *Cultivares* y las interacciones *Año x Inoculación*, *Año x Cultivar* y *Patógeno x Cultivar* lo hicieron en los tres estadios evaluados (Tabla 3.11).

En EC39, la interacciones *Patógeno x Cultivar*, *Patógeno x Inoculación x Cultivar* y *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* influenciaron en forma significativa el %AFNV. En tanto que *Inoculación x Cultivar* y *Año x Inoculación x Cultivar* lo hicieron para el %AFNV en EC60. La triple interacción *Año x Patógeno x Cultivar* mostró diferencias significativas en EC39 y EC60 (Tabla 3.11).

Por su parte, la tasa de incremento de %AFNV para el periodo EC39-EC82 estuvo influenciada por los *Años*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Patógenos*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Cultivar* y *Patógeno x Cultivar* (Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Valores de *p* (ANVA) de % AFNV y tasa de incremento de %AFNV para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	%AFNV EC39	%AFNV EC60	%AFNV EC82	Tasa incremento %AFNV EC39-EC82
Año (A)	1	(0,006)	(0,014)	(0,052)	(0,030)
Error A	2	26,38	25,17	3617,7	1,58
Patógeno (Pa)	1	(0,779)	(0,007)	(0,127)	(0,07)
A x Pa	1	(0,471)	(0,043)	(0,448)	(0,551)
Error B	4	55,19	152,28	2377,9	0,709
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,006)	(0,015)	(0,08)	(0,135)
Pa x In	2	(0,051)	(0,172)	(0,153)	(0,036)
A x Pa x In	2	(0,612)	(0,184)	(0,458)	(0,497)
Error C	16	23,71	24,82	272,7	0,134
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,015)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(<0,001)	(0,034)	(0,087)	(0,033)

<i>In x Cu</i>	18	(0,413)	(0,012)	(0,405)	(0,498)
<i>A x Pa x Cu</i>	9	(<0,001)	(0,022)	(0,409)	(0,154)
<i>A x In x Cu</i>	18	(0,335)	(0,013)	(0,245)	(0,088)
<i>Pa x In x Cu</i>	18	(0,034)	(0,302)	(0,661)	(0,539)
<i>A x Pa x In x Cu</i>	18	(0,064)	(0,143)	(0,379)	(0,419)
Error D	216	17,61	32,36	185,1	0,086
Total	359				

[†] P>F

La interacción *Año x Inoculación* para la variable %AFNV evidenció diferencias significativas para las tres evaluaciones realizadas. Como comportamiento general, el aumento en la concentración de inóculo provocó incrementos en la proporción de AFNV, habiendo mayores diferencias entre los tratamientos de inoculación en 2012, en tanto que no se encontraron diferencias significativas entre BCI y ACI en 2013 en ninguna de las evaluaciones realizadas (Figura 3.22; Tablas anexo 12, 13 y 14).

Para la evaluación de EC39, en 2012 los valores promedio para ambos patógenos fueron en SI (16,9 %) y en los tratamientos BCI y ACI del 20,4 % y 23,6 % respectivamente. En tanto que en 2013, dichos valores fueron de 11,8% (SI) a 14,3 % (BCI) y 14 % (ACI) (Figura 3.23). En EC60, los valores para el primer año fueron del 21,9 % para SI, en tanto que los tratamientos BCI y ACI aumentaron la proporción de tejido necrosado a 30,7 % y 33,2%, respectivamente. En tanto que en 2013, los valores se incrementaron desde 19,1% (SI) a 26,9 % (BCI) y 26,3 % (ACI), estos dos últimos no mostraron diferencias significativas. La evaluación en EC82 mostró en 2012 y con respecto al tratamiento SI (74,3%), aumentos en la proporción de tejido necrosado a valores de 83,1 % (BCI) y 89,7% (ACI). Por su parte, en 2013 los valores se incrementaron desde 42,7% (SI) a 61,8 % (BCI) y 62,5 % (ACI), estos dos últimos no mostraron diferencias significativas (Figura 3.22).

Con respecto a la tasa de incremento del %AFNV, se presentaron mayores valores para el año 2012. Para el primer año de evaluación, el tratamiento SI presentó una tasa de incremento de 1,48%.dia⁻¹, por su parte BCI (1,62%.dia⁻¹) y el tratamiento ACI (1,70%.dia⁻¹) presentaron mayores valores y no se diferenciaron entre sí. En 2013, el tratamiento SI mostró una tasa de incremento de 0,62%.dia⁻¹, diferenciándose significativamente del tratamiento BCI (0,95%.dia⁻¹) y ACI (0,97%.dia⁻¹) (Tabla 3.12).

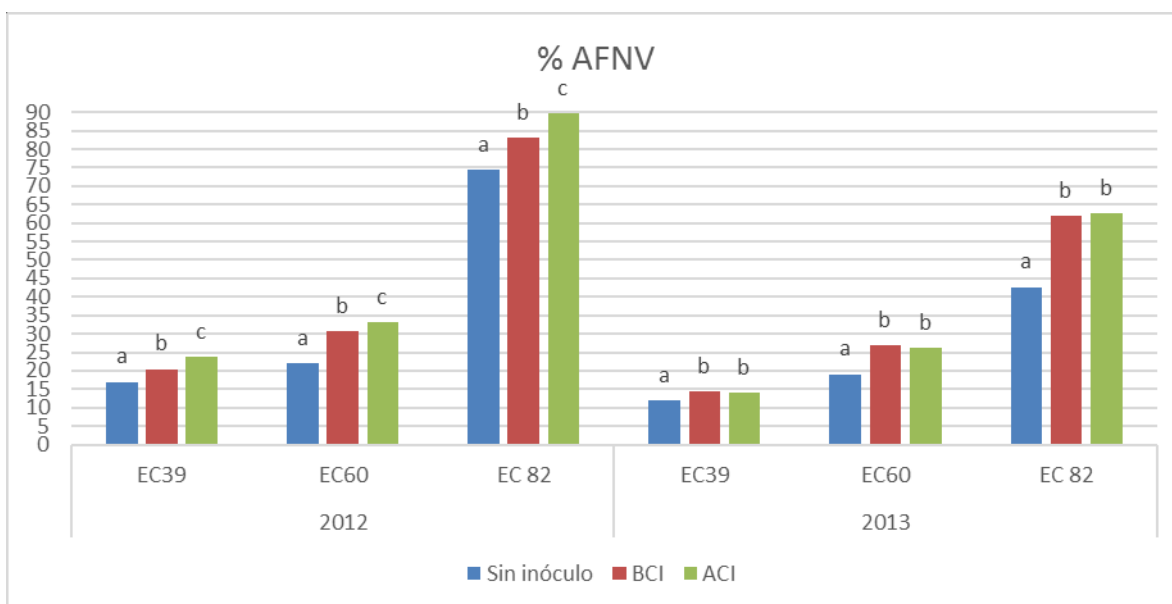


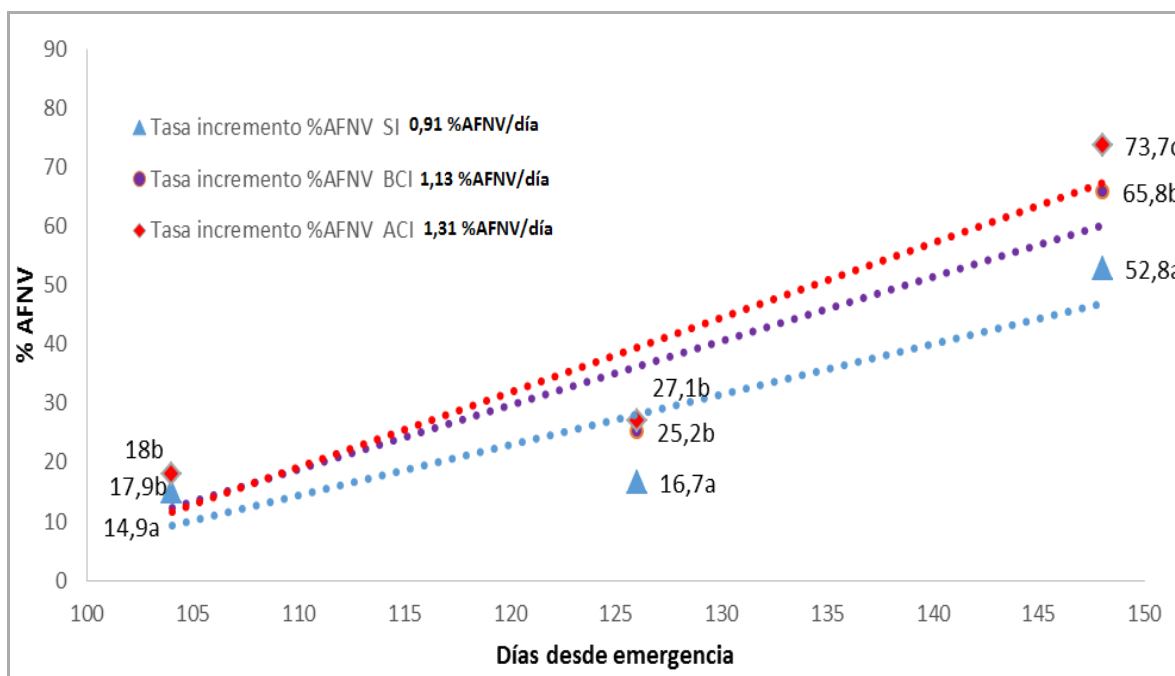
Figura 3.22. Porcentaje de Área foliar no verde (%AFNV) en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para la interacción *Año x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año y estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

En EC39, el %AFNV mostró diferencias significativas para la interacción *Patógeno x Inoculación*. En este sentido, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* presentaron un aumento significativo en esta variable en los tratamientos BCI y ACI aunque no se evidenciaron diferencias entre éstos. En contraposición, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación cuando *P.triticina* fue inoculado (Figura 3.23 a y b; Tabla anexo 12).

En EC60 el %AFNV presentó un aumento desde 16,7% (SI) al 27,1% (tratamiento ACI) ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*. De la misma manera, cuando *P.triticina* fue el patógeno principal el %AFNV se incrementó desde 24,3% (tratamiento SI) hasta 32,3% (ACI), no hallándose para ninguno de los patógenos diferencias significativas entre los tratamientos BCI y ACI (Figura 3.23 a y b; Tabla anexo 13). En EC82 se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos de inoculación evaluados, siendo el de ACI el que presentó mayores valores (73,6%) frente al 53% (SI) cuando *Py.tritici-repentis* fue el patógeno principal. Para *P.triticina*, se detectaron valores en el %AFNV de 79%

(BCI) y 78,5 % (ACI) con respecto al tratamiento SI (62,4%), sin embargo no se presentaron diferencias significativas entre los dos primeros (Figura 3.23 a y b; Tabla anexo 14).

La tasa de incremento de %AFNV en el periodo EC39-EC82 (%AFNV.dia⁻¹) fue influenciada en forma significativa por la interacción *Patógeno x Inoculación* detectándose mayores diferencias porcentuales con respecto al tratamiento SI ante *Py.tritici-repentis* y mayores tasas ante inoculaciones de *P.triticina*. En ese sentido, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* presentaron una tasa de aumento del 0,91%.dia⁻¹ para el tratamiento SI; 1,13%.dia⁻¹ (tratamiento BCI) y 1,31%.dia⁻¹ ante ACI, lo que se corresponde con incrementos del 24,2% y 43,8% en el avance de la enfermedad con respecto al tratamiento SI. Por su parte cuando *P.triticina* fue el patógeno predominante la tasa de aumento del %AFNV se incrementó desde 1,19%.dia⁻¹ a 1,44%.dia⁻¹ (tratamiento BCI) y 1,37%.dia⁻¹ (tratamiento ACI), correspondiente con aumentos del 20,6% y 14,9% respectivamente (Figura 3.23 a y b; Tabla 3.12).



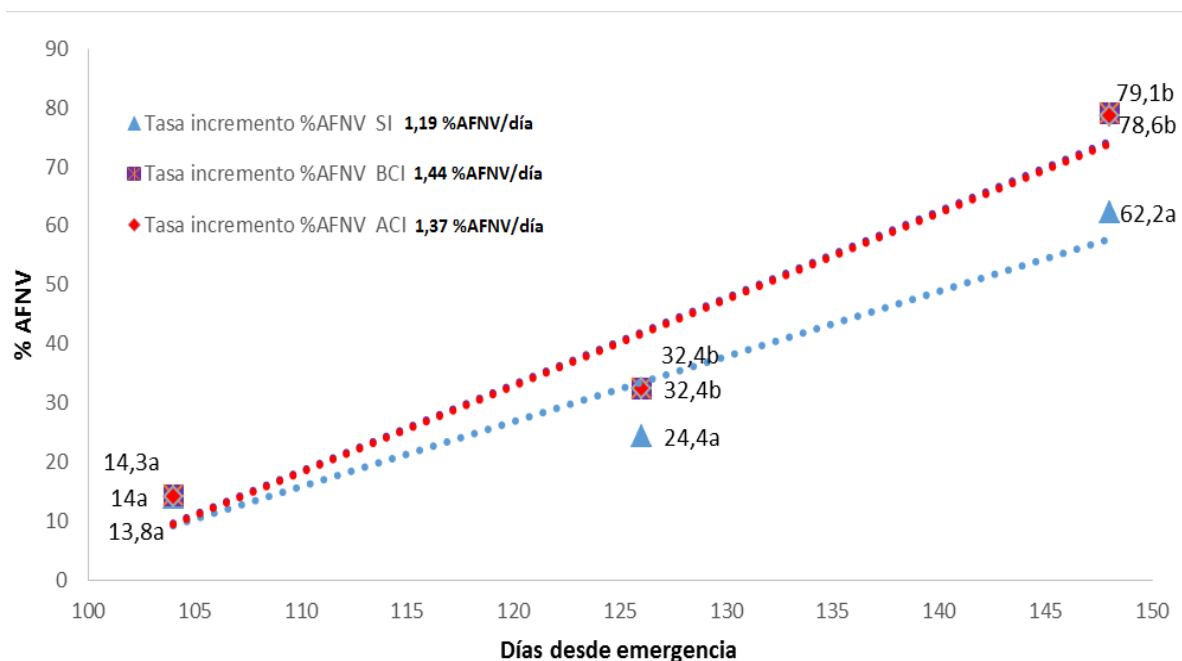
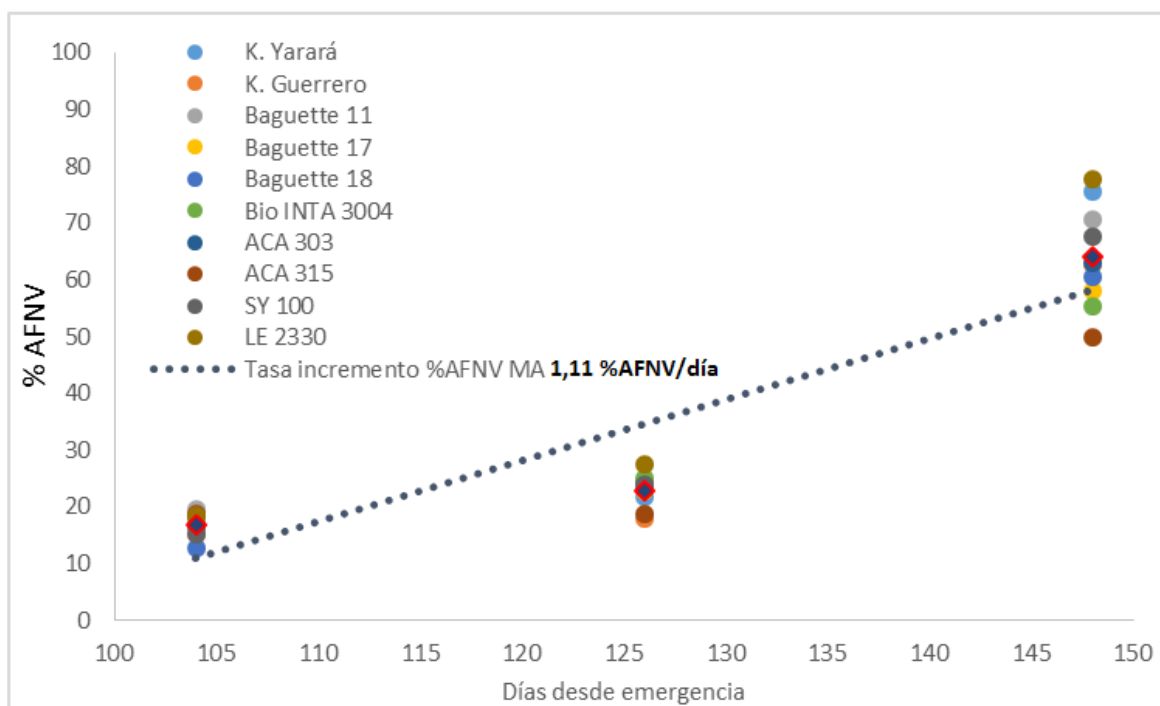


Figura 3.23 a y b. Porcentaje de Área foliar no verde (%AFNV) promedio en EC 39, EC 60 y EC82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$).

La interacción *Patógeno x Cultivar* influyó significativamente el %AFNV en los tres estadios evaluados y la tasa de incremento del %AFNV (Figuras 3.24 a y b; Tabla 3.12; Tablas anexo 12, 13 y 14). En la evaluación de EC39, no se detectaron diferencias significativas entre los patógenos evaluados (16,97% para MA y 16,74% para RH). Dentro de este estadio, el rango de valores para los genotipos evaluados fluctuó entre 12,7% (Baguette 17) a 19,7% (Baguette 11) ante MA y desde 12,5 (ACA 303) a 22,2% (LE 2330) para RH. El %AFNV promedio en EC60 presentó diferencias significativas cuando MA (23%) y RH (29,7%) fueron comparados, detectándose además importantes diferencias entre genotipos con valores que variaron entre 18% (Klein Guerrero) a 27,5% (LE 2330) ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y desde 25,1% (Klein Guerrero y ACA 303) a 35,6% (LE 2330) cuando *P.triticina* fue inoculado. En la evaluación de grano pastoso los valores promedios de %AFNV ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* (64,1%) y *P.triticina* (73,9%) presentaron diferencias significativas. Para esta evaluación los

genotipos presentaron sustanciales diferencias que fluctuaron entre 49,8% (ACA 315) a 77,7% (LE 2330) ante MA, en tanto que ante RH los valores de %AFNV se ubicaron entre 52,4% (ACA 315) a 91,8% (Klein Yarará) (Figuras 3.24 a y b; Tabla 3.12; Tablas anexo 12, 13 y 14).

En promedio, la tasa de aumento de %AFNV presentó mayores valores ante *P.triticina* ($1,33\%.\text{día}^{-1}$) con respecto a *Py.tritici-repentis* ($1,11\%.\text{día}^{-1}$) explicado por el comportamiento detectado en cuatro de los genotipos (Klein Yarará, Baguette 11, Baguette 18 y ACA 303) que presentaron mayores tasas de incremento de %AFNV ante inoculaciones con *P.triticina*, pudiendo esto ser atribuido a los valores significativamente superiores que se obtuvieron en las evaluaciones de EC60 y EC82 ante RH (Figuras 3.24 a y b; Tabla 3.12; Tablas anexo 13 y 14). Con respecto a la variación entre cultivares ante un mismo patógeno, la tasa de incremento fluctuó entre $0,78\%.\text{día}^{-1}$ (ACA 315) a $1,35\%.\text{día}^{-1}$ (LE 2330) ante MA, en tanto que ante RH se detectaron valores entre $0,95\%.\text{día}^{-1}$ (ACA 315) a $1,61\%.\text{día}^{-1}$ (Klein Yarará) (Tabla 3.12).



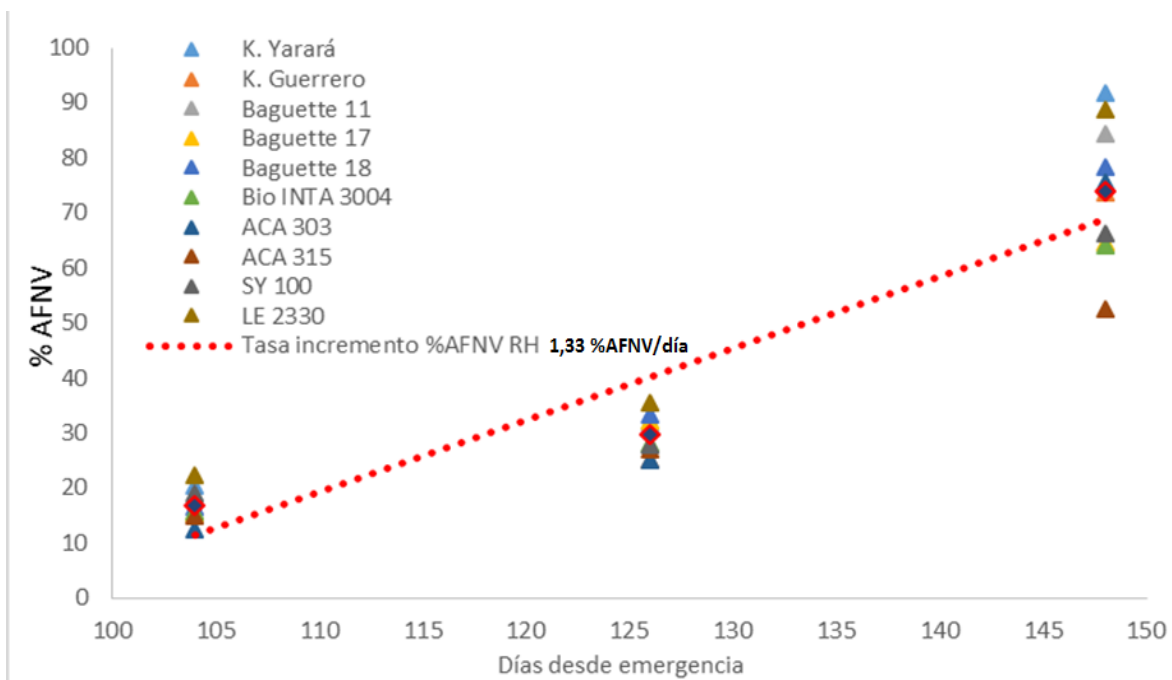


Figura 3.24 a y b. Porcentaje área foliar no verde promedio (%AFNV) en EC 39, EC 60 y EC82 en función de los días desde emergencia para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. La línea punteada representa el ajuste de la regresión lineal para el conjunto de genotipos.

Tabla 3.12. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de la Tasa de incremento %AFNV para el periodo EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Tasa incremento %AFNV EC39-EC82 (%.dia ⁻¹)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	1,09	1,39	1,55	1,34	1,48	1,71	1,54	1,58	1,00	1,39	1,41	1,27	1,63	1,69	1,59	1,63
Klein Guerrero	1,28	1,46	1,64	1,46	1,09	1,54	1,63	1,42	0,72	0,79	0,81	0,77	1,10	1,19	1,41	1,24
Baguette 11	1,27	1,25	1,78	1,43	1,72	1,98	1,73	1,81	0,42	1,17	1,20	0,93	1,18	1,45	1,42	1,35
Baguette 17	1,47	1,57	1,85	1,63	1,71	1,72	1,83	1,75	0,12	0,38	0,69	0,40	0,34	0,97	0,50	0,60
Baguette 18	1,57	1,69	1,93	1,73	1,85	1,79	1,84	1,82	0,10	0,41	1,20	0,57	0,32	1,67	1,16	1,05
Bio INTA 3004	1,53	1,57	1,63	1,57	1,66	1,65	1,85	1,72	0,21	0,28	0,29	0,26	0,48	0,81	0,50	0,59
ACA 303	1,18	1,58	1,57	1,44	1,56	1,81	1,79	1,72	0,60	0,52	1,08	0,73	0,74	1,28	1,53	1,19
ACA 315	1,11	1,45	1,67	1,41	1,76	1,78	1,69	1,74	0,04	0,19	0,22	0,15	0,17	0,18	0,11	0,15
SY 100	1,57	1,68	1,82	1,69	1,61	1,71	1,68	1,66	0,57	1,04	0,74	0,78	0,46	0,81	0,53	0,60
LE 2330	1,32	1,54	1,61	1,49	1,82	1,47	1,46	1,58	1,00	1,22	1,44	1,22	1,16	1,56	1,59	1,44
Promedio Inoculación	1,34	1,52	1,70		1,62	1,71	1,70		0,48	0,74	0,91		0,76	1,16	1,03	
Promedio Patógeno	1,52				1,68				0,71				0,98			
Promedio 2012	1,60															
Promedio 2013	0,85															
LSD †	Año =0,57 * ; Patógeno= 0,25‡ ; Inoculación =0,10** ; Cultivar=0,14 **; Patógeno x Inoculación=0,24 *; Año x Cultivar=0,19 ** ; Patógeno x Cultivar=0,27 *; Año x Inoculación x Cultivar= 0,34‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

3.3.7 Índice de área foliar verde por estratos EC39 y EC60

El IAFV de los estratos HB-1, HB-2, HB-3 y HB-4 fue influenciado significativamente por los años, los tratamientos de *inoculación* y las interacciones *Año x Cultivar* y *Patógeno x Cultivar* en EC39. En tanto que los *patógenos* lo hicieron en HB-1 y HB-2 y la interacción *Año x Patógeno* en HB y HB-5 (Tabla 3.13).

Tanto los *Cultivares* como la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* afectaron en forma significativa el IAFV de los seis estratos evaluados. Por su parte, la interacción *Inoculación x Cultivar* manifestó diferencias en HB-1 y HB-4 y *Año x Inoculación* lo hizo únicamente en los estratos HB-3 y HB-4 (Tabla 3.13). El IAFV del estrato HB-4 fue influenciado en forma significativa por la interacción *Año x Inoculación x Cultivar*, en tanto que las interacciones *Patógeno x Inoculación x Cultivar* y *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* lo hicieron sobre el HB-3 (Tabla 3.13).

Tabla 3.13. Valores *p* (ANVA) de IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo en el estadio EC39

Fuente de Variación	G.L.	IAFV HB	IAFV HB-1	IAFV HB-2	IAFV HB-3	IAFV HB-4	IAFV HB-5
Año (A)	1	(0,226)	(0,046)	(0,028)	(0,028)	(0,011)	(0,624)
Error A	2	1,1537	1,840	1,959	1,607	0,04	0,009
Patógeno (Pa)	1	(0,243)	(0,007)	(0,029)	(0,33)	(0,603)	(0,536)
A x Pa	1	(0,042)	(0,168)	(0,15)	(0,476)	(0,107)	(0,061)
Error B	4	1,7073	1,197	1,422	1,717	0,429	0,002
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(0,119)
A x In	2	(0,318)	(0,661)	(0,102)	(<0,001)	(0,008)	(0,567)
Pa x In	2	(0,507)	(0,148)	(0,312)	(0,404)	(0,828)	(0,461)
A x Pa x In	2	(0,938)	(0,829)	(0,727)	(0,237)	(0,182)	(0,268)
Error C	16	1,674	1,514	1,274	0,463	0,484	0,012
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(0,001)
A x Cu	9	(0,005)	(0,065)	(0,011)	(0,015)	(<0,001)	(0,102)
Pa x Cu	9	(0,089)	(0,013)	(0,026)	(<0,001)	(<0,001)	(0,163)
In x Cu	18	(0,967)	(0,012)	(0,932)	(0,329)	(0,021)	(0,125)
A x Pa x Cu	9	(0,001)	(0,001)	(0,036)	(0,017)	(<0,001)	(0,025)
A x In x Cu	18	(0,613)	(0,976)	(0,831)	(0,126)	(0,06)	(0,785)
Pa x In x Cu	18	(0,815)	(0,521)	(0,294)	(0,034)	(0,323)	(0,229)
A x Pa x In x Cu	18	(0,76)	(0,165)	(0,393)	(0,06)	(0,15)	(0,436)

Error D	216	25,181	23,262	15,205	10,309	5,665	0,136
Total	359						

El área verde por estrato foliar en EC60 mostró diferencias entre *años* para HB-2 y HB-3. Estos estratos también fueron influenciados en forma significativa ante las interacciones *Inoculación x Cultivar* y *Año x Inoculación x Cultivar*. Por su parte, el IAFV de HB, HB-1 y HB-2 fue afectado en forma significativa por las interacciones *Año x Patógeno* y *Año x Patógeno x Inoculación* (Tabla 3.14). Los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Cultivar* y *Año x Inoculación* influenciaron en forma significativa el IAFV de los cuatro estratos foliares evaluados. Por su parte, el área verde de los estratos HB-1 y HB-3 evidenció diferencias significativas ante las interacciones *Patógeno x Inoculación* y *Patógeno x Inoculación x Cultivar*. En tanto que la interacción *Patógeno x Cultivar* mostró diferencias significativas en HB-3 y *Año x Patógeno x Cultivar* influenció el IAFV de HB, HB-1, y HB-3 (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Valores *p* (ANVA) de IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo en el estadio EC60

Fuente de Variación	G.L.	IAFV HB	IAFV HB-1	IAFV HB-2	IAFV HB-3
Año (A)	1	(0,153)	(0,604)	(0,051)	(0,009)
Error A	2	3,123	1,679	1,267	0,078
Patógeno (Pa)	1	(0,983)	(0,866)	(0,036)	(0,008)
A x Pa	1	(0,014)	(0,014)	(0,041)	(0,363)
Error B	4	2,557	1,621	0,475	0,075
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,005)	(0,011)	(0,022)	(<0,001)
Pa x In	2	(0,767)	(0,022)	(0,239)	(<0,001)
A x Pa x In	2	(0,016)	(0,07)	(0,018)	(0,375)
Error C	16	1,570	0,816	0,784	0,155
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,004)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(0,134)	(0,456)	(0,718)	(<0,001)
In x Cu	18	(0,17)	(0,155)	(0,02)	(<0,001)
A x Pa x Cu	9	(0,006)	(0,002)	(0,131)	(0,017)
A x In x Cu	18	(0,655)	(0,212)	(<0,001)	(0,001)
Pa x In x Cu	18	(0,342)	(0,033)	(0,11)	(<0,001)
A x Pa x In x Cu	18	(0,76)	(0,722)	(0,517)	(0,44)

Error D	216	16,771	15,327	9,230	1,544
Total	359				

Para la evaluación en EC39 de IAFV por estrato foliar se presentaron diferencias altamente significativas para el factor *Inoculación* en todos los estratos a excepción de HB-5 que exhibió una necrosis avanzada al momento de la evaluación y no evidenció diferencias entre tratamientos de inoculación (datos no presentados). Como se observa en la figura 3.25a, el incremento en la dosis de inóculo generó una disminución significativa en el IAFV de cada estrato foliar demostrando además, caídas más notorias en los estratos inferiores. Para el estrato HB (hoja bandera) y con respecto al tratamiento SI, los tratamientos BCI y ACI disminuyeron el IAFV en 16,7 % y 24 %, respectivamente. En tanto que para HB-1, los valores cayeron un 16,6 % (BCI) y 22,2 % (ACI); disminuyó un 19,9 % (BCI) y 25,2 % (ACI) en HB-3, mientras que para HB-4, el IAF verde decayó un 40,3 % y un 61,1 % ante tratamientos de BCI y ACI en comparación al tratamiento SI (Figura 3.25a; Tablas anexo 15, 16, 17, 18 y 19).

De forma similar a lo expuesto en la evaluación de EC39, en EC60 el IAFV por estrato foliar evidenció diferencias significativas para el factor *Inoculación* en los cuatro estratos evaluados. Como se observa en la figura 3.25b, el incremento en la dosis de inóculo generó una reducción significativa en el IAFV de los cuatro estratos foliares, siendo las caídas más pronunciadas en los estratos inferiores. Para el estrato HB y con respecto al testigo SI, los tratamientos BCI y ACI disminuyeron el IAFV en 18,1 % y 33,4 %, respectivamente. En tanto que para HB-1, los valores cayeron un 22 % (BCI) y 36,2 % (ACI); se contrajo un 32,6 % (BCI) y 46,9 % (ACI) en HB-3, mientras que para HB-4, siempre comparado con el tratamiento SI, el IAFV decayó un 57,1 % y un 63,5 % ante tratamientos BCI y ACI, aunque no se detectaron diferencias significativas entre estos tratamientos (Figura 3.25b; Tablas anexo 20, 21, 22 y 23).

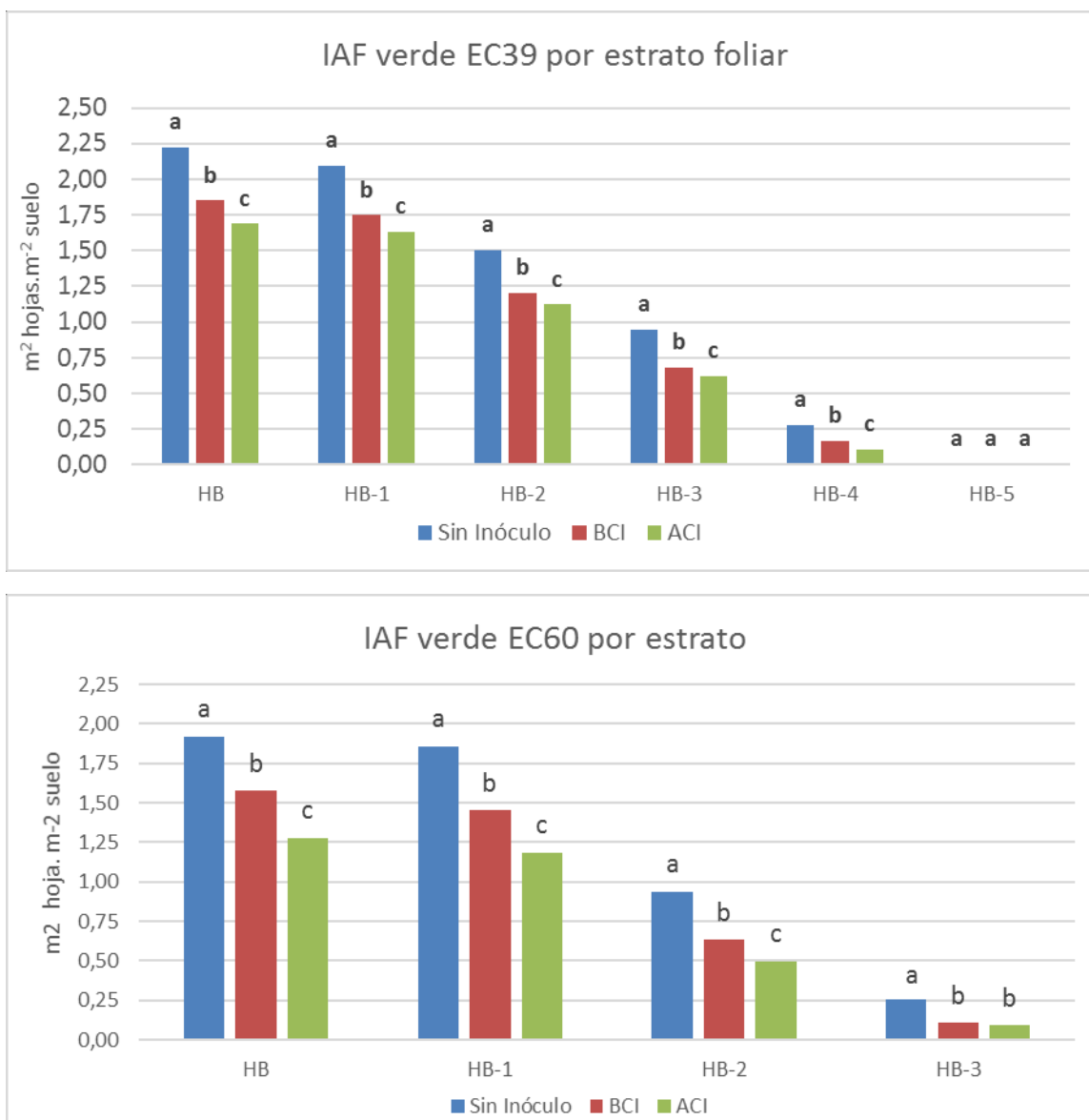


Figura 3.25 a y b. Índice de área foliar verde promedio por estratos en el estadio EC39 (Figura a) y EC60 (Figura b) para el factor *Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. tritici*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estrato son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

En EC39, la interacción *Año* \times *Patógeno* \times *Inoculación* mostró una tendencia (no significativa) en la cual el IAFV de los cinco estratos presentaron una mayor disminución porcentual con el incremento en la concentración de inóculo de *Py. tritici-repentis* con respecto a *P. tritici* en los dos años. En 2012 e inoculaciones con *Py. tritici-repentis* el IAFV presentó caídas del -23,8% (HB); -23,4% (HB-1); -27,7% (HB-2); -36,4% (HB-3) y -75% (HB-4) cuando se comparó el tratamiento SI con el de ACI. En el mismo año e

inoculaciones con *P.triticina*, la disminución en el IAFV cuando se comparó el tratamiento SI con ACI fue del -18,4 % (HB); -18,7 % (HB-1); -22,5 % (HB-2); -31,7% (HB-3) y -63% (HB-4). Para 2013 y ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis* el IAFV cuando se comparó el tratamiento SI y ACI se redujo: -28,8% (HB); -28,1 % (HB-1); -32,2 % (HB-2); -41,5% (HB-3) y -65,2 % (HB-3), en tanto que para inoculaciones con *P.triticina* las reducciones fueron de menor magnitud: -25,6 (HB); -22,3% (HB-1); -19,7% (HB-2); -26,8% (HB-3) y -33,3 % (HB-4) (Tablas anexo 15, 16, 17, 18 y 19).

Confirmando la tendencia detectada en EC39, en EC60 la interacción *Año x Patógeno × Inoculación* fue significativa en HB, HB-1 y HB-2 observándose una mayor disminución porcentual en el IAFV con el incremento en la concentración de inóculo de *Py. tritici-repentis* con respecto a *P.triticina* en los dos años evaluados. Para el primer año de evaluación e inoculaciones con *Py.tritici-repentis* el IAFV presento caídas del -27,4% (HB); -34,6% (HB-1); -42% (HB-2); -65,3% (HB-3) cuando se comparó el tratamiento SI con el de ACI. En el mismo año e inoculaciones con *P.triticina*, la disminución en el IAFV cuando se comparó el tratamiento SI con ACI fue del -29,5 % (HB); -3,1 % (HB-1); -48 % (HB-2); -51,8% (HB-3). Por su parte en 2013 y ante MA, el IAFV de los estratos sufrió una disminución de -39% (HB); -42,5% (HB-1); -56,4% (HB-2); -85,4% (HB-3) cuando se comparó el tratamiento SI con el de ACI, en tanto que ante inoculaciones con *P.triticina* se detectaron disminuciones del 34,9% (HB); -35,6% (HB-1); -39,4% (HB-2); 0 % (HB-3) cuando se comparó el tratamiento SI con el de ACI (Tablas anexo 20, 21, 22 y 23)

3.3.8 Tasa de caída del IAFV por estratos en el periodo EC39-EC60

La tasa de caída IAFV EC39-EC60 para los cuatro estratos evaluados estuvo influenciada significativamente por los *Años* de evaluación, los *Cultivares* y por la interacción *Año x Cultivar*. Por su parte, los tratamientos de *Inoculación* presentaron diferencias significativas en HB, HB-1 y HB-3, los *Patógenos* lo hicieron para HB-1 y HB-2 en tanto que la interacción *Año x Inoculación* y *Patógeno x Cultivar* presentó diferencias significativas para el estrato HB-3 (Tabla 3.15).

La interacción *Año x Patógeno x Cultivar* influyó significativamente la tasa de caída de IAFV de HB, HB-1 y HB-2, en tanto que la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* las evidenció en HB-1, HB-2 y HB-3 y *Año x Patógeno x Inoculación* mostró diferencias para la tasa de caída del IAFV de HB (Tabla 3.15).

Tabla 3.15. Valores *p* (ANVA) de Tasa caída IAF verde por estrato foliar para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	Tasa caída IAFV HB EC39-EC60	Tasa caída IAFV HB -1 EC39-EC60	Tasa caída IAFV HB -2 EC39- EC60	Tasa caída IAFV HB -3 EC39- EC60
Año (A)	1	(0,017)	(0,001)	(0,019)	(0,023)
Error A	2	0,0009	0,00009	0,0006	0,0011
Patógeno (Pa)	1	(0,165)	(<0,001)	(<0,001)	(0,059)
A x Pa	1	(0,037)	(0,003)	(0,234)	(0,210)
Error B	4	0,0003	0,0001	0,0002	0,0006
Inoculación (In)	2	(0,021)	(0,002)	(0,351)	(<0,001)
A x In	2	(0,143)	(0,086)	(0,520)	(0,006)
Pa x In	2	(0,622)	(0,633)	(0,762)	(0,172)
A x Pa x In	2	(0,032)	(0,410)	(0,343)	(0,177)
Error C	16	0,0002	0,0027	0,0002	0,00006
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,041)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(0,574)	(0,160)	(0,087)	(<0,001)
In x Cu	18	(0,729)	(0,748)	(0,613)	(0,054)
A x Pa x Cu	9	(0,020)	(0,012)	(0,022)	(0,142)
A x In x Cu	18	(0,649)	(0,807)	(0,126)	(0,191)
Pa x In x Cu	18	(0,693)	(0,007)	(0,009)	(0,003)
A x Pa x In x Cu	18	(0,841)	(0,587)	(0,360)	(0,014)
Error D	216	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001
Total	359				

La dinámica del IAFV en el periodo EC39-EC60 en el estrato HB fue influenciada en forma significativa por la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* (Figura 3.26a y b; Tabla 3.16). En términos generales y en coincidencia con lo descripto para el IAFV y el IAFV, aumentos en la concentración de inóculo de ambos patógenos provocaron importantes reducciones en el IAFV del estrato HB, mostrando mayores reducciones en términos ante MA (Tablas anexo 15 y 20). Para el primer año de evaluación e inoculaciones

con *Py.tritici-repentis*, los tratamientos BCI y ACI redujeron el IAFV entre 14,6% y 23,6% con respecto a SI (IAFV HB=2,11) en EC39, en tanto que frente a *P.triticina*, la caída en esta variable con respecto al tratamiento SI (IAFV HB=2,40) fue del 13,9% (tratamiento BCI) al 18,7% (tratamiento ACI) (Figura 3.26a). Por su parte, en la evaluación en EC39 para el año 2013 (Figura 3.27b), los tratamientos BCI y ACI presentaron reducciones del 18,8% al 28,8% con respecto al tratamiento SI (IAFV HB=2,26) ante MA respectivamente y disminuciones del 19,9% (BCI) a 25,5% (ACI) con respecto a SI (IAFV HB=2,12) ante inoculaciones con RH (Tabla anexo 15).

En 2012, la evaluación en EC60 presentó caídas con respecto al tratamiento SI (IAFV HB=1,47) del 13,1% al 27,2% ante los tratamientos BCI y ACI de *Py.tritici-repentis*, en tanto que frente a inoculaciones con *P.triticina* las disminuciones fueron del 19,4% (BCI) a 29,6% (ACI) con respecto al tratamiento sin inocular (1,94) (Figura 3.26a; Tabla anexo 20). Por su parte, el segundo año de evaluación presentó caídas en el IAFV del estrato HB que fluctuaron entre el 22,7% (BCI) al 39% (ACI) con respecto al tratamiento SI de *Py.tritici-repentis* (2,42) y reducciones del 14,5% (BCI) a 35% (ACI) comparado al tratamiento SI de *P.triticina* (IAFV HB=1,87) (Figura 3.26b; Tabla anexo 20).

Con respecto a la tasa de caída de IAFV para este estrato, no se detectaron diferencias significativas en el año 2012 entre tratamientos de inoculación en ambos patógenos. Por otro lado, inoculaciones de *Py.tritici-repentis* en 2013 no mostraron caídas en el IAFV del estrato HB en los tratamientos SI y BCI, en tanto que ACI presentó las mayores disminuciones ($-0,0056.\text{dia}^{-1}$) con respecto al tratamiento SI para ambos años evaluados y patógenos. Por su parte, para *P.triticina* el tratamiento ACI presentó las mayores caídas en el IAFV ($-0,0144.\text{dia}^{-1}$) y no se diferenció significativamente de SI ($-0,0098.\text{dia}^{-1}$) (Figura 3.26a y b; Tabla 3.16).

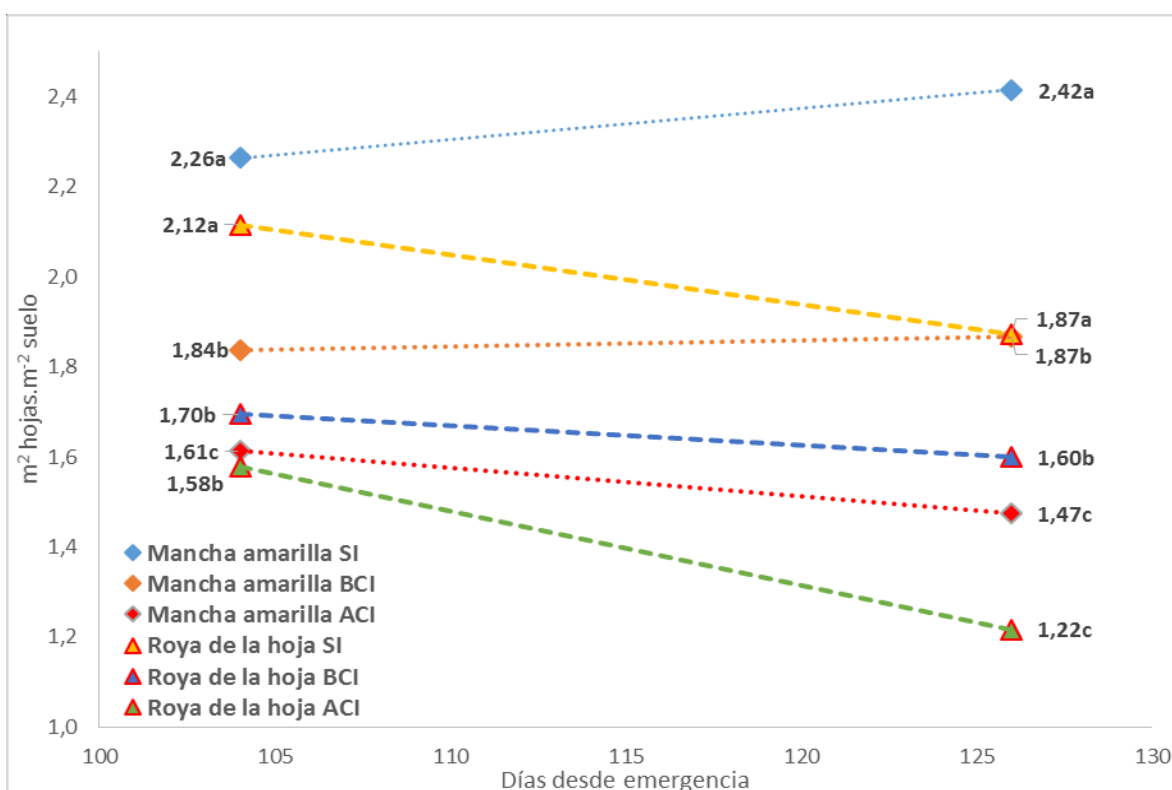
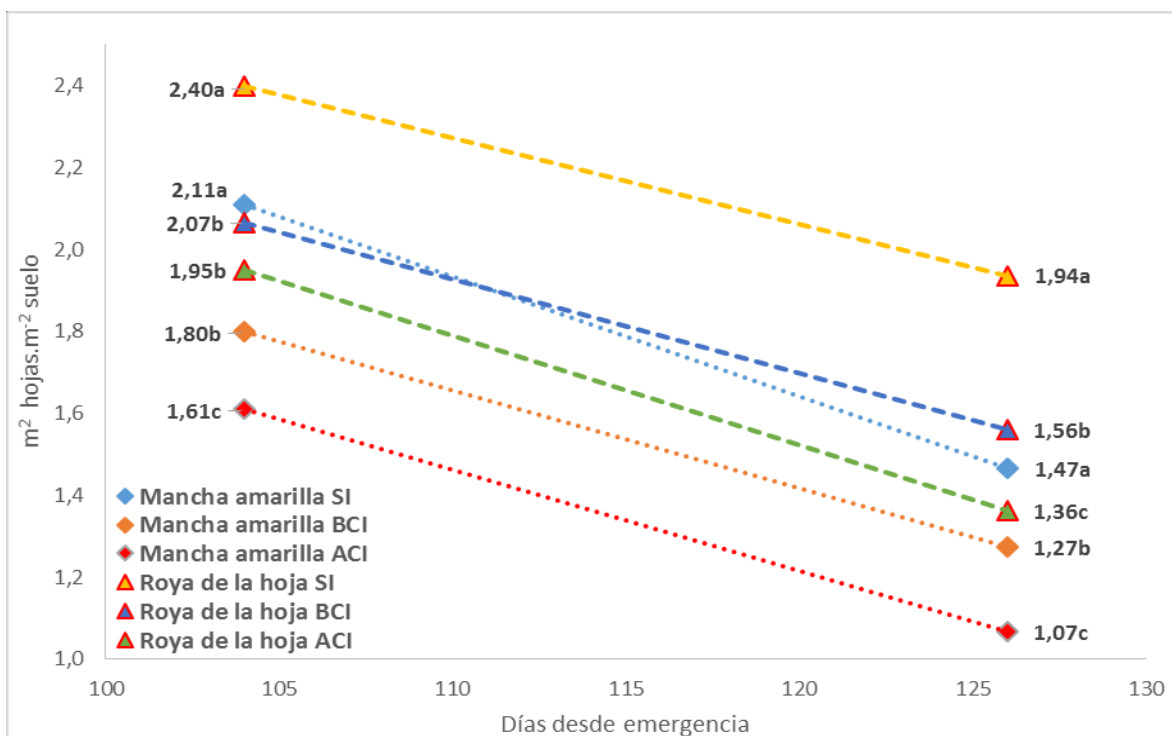


Figura 3.26 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante a) 2012 y b) 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$).

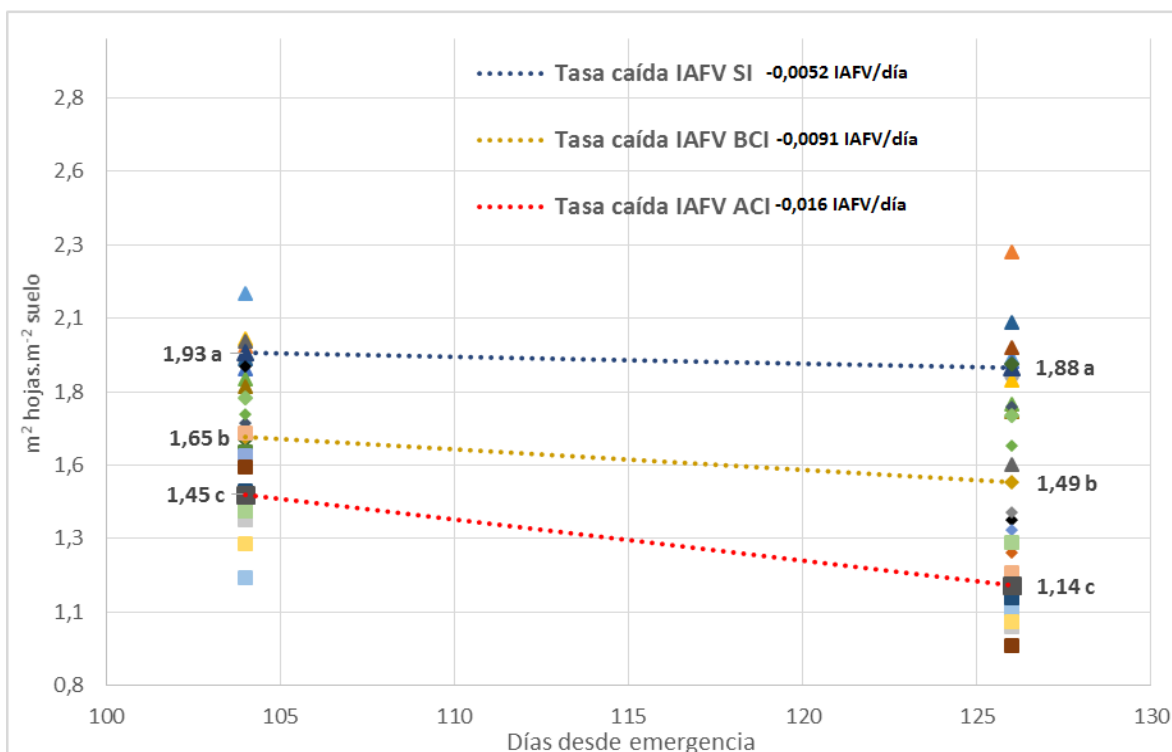
La interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* influyó en forma significativa el IAFV de los estratos HB-1, HB-2 y HB-3 en EC39 y EC60 y la tasa de caída del IAFV de estos estratos foliares (Figura 3.27a y b; Figura 3.28a y b; Figura 3.29a y b; Tabla 3.17, 3.18 y 3.19; Tablas anexo 16, 17, 18, 19, 21, 22 y 23).

En este sentido, los tratamientos BCI y ACI presentaron disminuciones notorias en el IAFV de HB-1 con respecto al tratamiento SI (Figura 3.27a y b; Tablas anexo 16 y 21). En EC39, aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* provocaron reducciones del 14,8% (tratamiento BCI) y 25% (tratamiento ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-1=1,93). En el mismo estadio pero ante RH, las disminuciones en el IAFV del estrato HB-1 con respecto al tratamiento SI (2,26) fueron del 18,1% (BCI) y 19,8% ante ACI (Figura 3.27a y b; Tablas anexo 16). Por su parte, en la evaluación de antesis los tratamientos BCI (-20,7%) y ACI (-39,4%) presentaron importantes reducciones en el IAFV con respecto al tratamiento SI (1,88) cuando *Py.tritici-repentis* fue inoculado, en tanto que frente a *P.triticina*, las reducciones llegaron al 23,2% (BCI) y 33% (ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-1=1,84) (Figura 3.27a y b; Tablas anexo 21). La tasa de caída de IAFV para este estrato foliar presentó valores significativamente superiores en el tratamiento ACI de ambos patógenos. En este sentido, la tasa de caída ante inoculaciones de MA fluctuó entre -0,016.día⁻¹ (ACI); -0,0091.día⁻¹ (BCI) y -0,0052.día⁻¹ (SI), implicando un mayor incremento porcentual en la tasa de caída (67,5%) con respecto al tratamiento SI ante aumentos de la concentración de inóculo. Por su parte para RH se presentaron valores superiores de tasa de caída: -0,0276 (ACI); -0,0212 (BCI) y -0,0207 para el tratamiento SI (Figura 3.27 a y b; Tabla 3.17).

Los valores de IAFV para este estrato presentaron importantes variaciones entre los genotipos evaluados y tratamientos de inoculación en ambos estadios (Figura 3.27 a y b; Tabla anexo 16 y 21). En EC39, el tratamiento SI obtuvo valores que fluctuaron entre 1,82 (LE 2330) a 2,13 (Klein Guerrero); entre 1,39 (LE 2330) a 1,88 (Baguette 17) para BCI y 1,17 (LE 2330) a 1,60 (ACA 315) para el tratamiento ACI ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*, en tanto que frente a *P.triticina* el IAFV para HB-1 se ubicó entre 1,89 (SY100) a 2,87 (Klein Guerrero) ante el tratamiento SI; valores de 1,67 (BioINTA 3004) a 2,18 (Klein

Guerrero) frente a BCI y desde 1,59 (ACA 315) a 2,03 (Klein Guerrero) en el tratamiento ACI (Figura 3.27a y b; Tabla anexo 16). Para EC60 los valores de IAFV para MA oscilaron entre 1,55 (LE 2330) a 2,28 (Klein Guerrero) para SI; 1,12 (Baguette 18) a 1,90 (Klein Yarará) ante BCI y desde 0,94 (LE 2330) a 1,56 (Klein Yarará) ante el tratamiento ACI. Por su parte, cuando *P.triticina* fue el patógeno principal el tratamiento SI presentó valores de IAFV en el estrato HB-1 que variaron entre 1,44 (SY 100) a 2,12 (Klein Guerrero); de 1,09 (LE2330) a 1,75 (Klein Guerrero) para BCI, en tanto que ante el tratamiento ACI se detectaron valores de 0,96 (Baguette 17) a 1,53 (Klein Guerrero) (Figura 3.27a y b; Tabla anexo 21).

Como se mencionó anteriormente, la tasa de caída de IAFV ($-IAFV \cdot \text{día}^{-1}$) estuvo influenciada significativamente por la triple interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar* presentándose ante MA valores que fluctuaron entre 0,011 (Klein Guerrero) a -0,021 (SY100) para el tratamiento SI; 0,01 (Klein Yarará) a -0,027 (Baguette 17) ante BCI y desde 0,005 (Klein Yarará) a -0,028 (LE 2330) para el tratamiento ACI. Por otro lado, inoculaciones de *P.triticina* mostraron valores de 0,005 (ACA 315) a -0,038 (LE 2330) para SI; 0,010 (ACA 303) a -0,037 (LE 2330) ante BCI y de 0,007 (ACA 303) a -0,042 (Baguette 17) para el tratamiento ACI (Tabla 3.17).



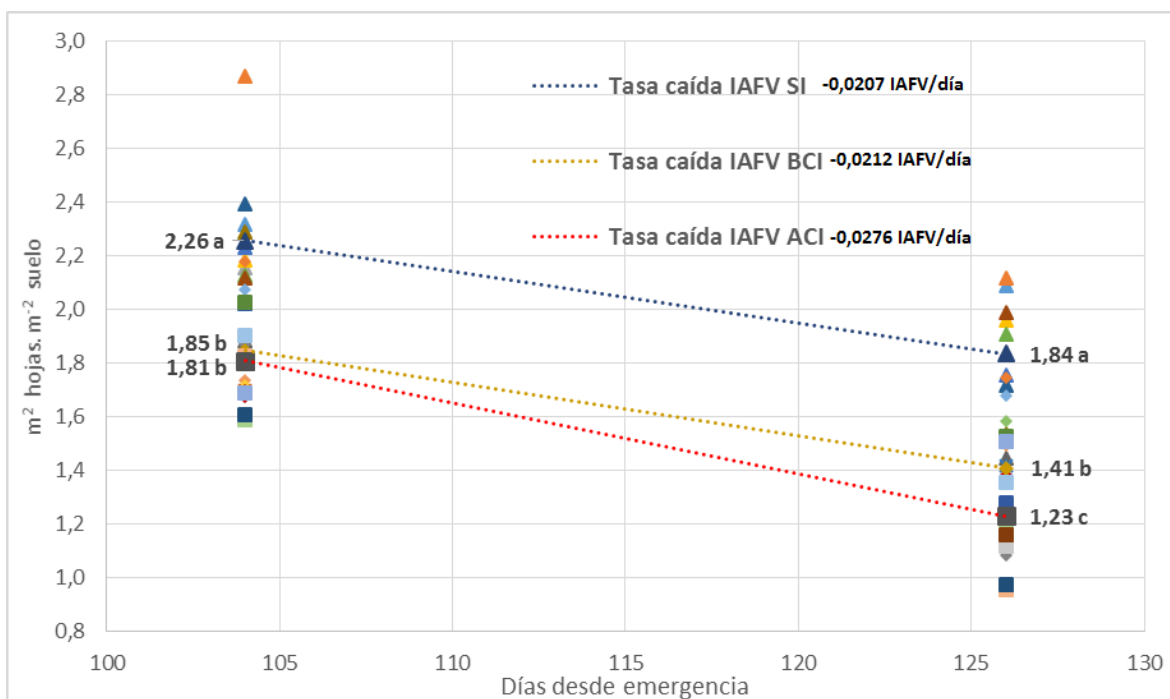


Figura 3.27 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-1 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ◆ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a la regresión de los distintos tratamientos de inoculación.

Las figuras 3.28 a y b indican la dinámica del IAFV del estrato HB-2 en el periodo EC39-EC60 y la tasa media de caída del IAFV para los tres tratamientos de inoculación ante MA y RH. Al igual que lo descrito para el IAFV, IAFV, DAFT, DAFV y los estratos HB y HB-1, los tratamientos BCI y ACI presentaron disminuciones notorias en el IAFV de HB-2 con respecto al tratamiento SI (Figura 3.28 a y b; Tabla 20; Tablas anexo 17 y 22). En la evaluación de hoja bandera, aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* provocaron reducciones del 19,7% (tratamiento BCI) al 28,9% (tratamiento ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-2=1,40). En el mismo estadio pero ante RH, las disminuciones en el IAFV de este estrato con respecto al tratamiento SI (1,60) fueron del 20% (BCI) y 21,5% ante ACI. Por su parte, en la evaluación de antesis se presentaron reducciones en los tratamientos BCI (-30,9%) y ACI (-48,1%) con respecto al tratamiento SI (1,01) cuando *Py.tritici-repentis* fue inoculado, en tanto que frente a *P.triticina*, la caída

fue del 34,5% (BCI) y 45,4% (ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-2=0,86) (Figura 3.28 a y b). Con respecto a la tasa de caída de IAFV para este estrato foliar no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación ante un mismo patógeno, aunque fueron algo superiores en los tratamientos ACI. Ante inoculaciones de MA la tasa fluctuó entre $-0,022.\text{día}^{-1}$ (ACI); $-0,021.\text{día}^{-1}$ (BCI) y $-0,019.\text{día}^{-1}$ (SI), en tanto que para RH se presentaron tasas de caídas más pronunciadas: $-0,037$ (ACI); $-0,034$ (BCI) y $-0,035$ para el tratamiento SI (Figura 3.28 a y b; Tabla 3.18).

En EC39, el IAFV HB-2 para el tratamiento SI obtuvo valores de 1,21 (LE 2330) a 1,67 (Baguette 11); entre 0,90 (LE 2330) a 1,24 (Klein Yará) para BCI y 0,82 (LE 2330) a 1,12 (Klein Guerrero) para el tratamiento ACI ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*, en tanto que frente a *P.triticina* el IAFV de este estrato se ubicó entre 1,24 (SY100) a 2,07 (Klein Guerrero) ante el tratamiento SI; 1,14 (LE 2330) a 1,55 (Klein Guerrero) frente a BCI y desde 0,97 (LE 2330) a 1,50 (Klein Guerrero) en el tratamiento ACI (Tabla anexo 17). Para la evaluación de anthesis, los valores de IAFV para MA oscilaron entre 0,79 (SY 100) a 1,71 (Klein Guerrero) para SI; 0,39 (Baguette 18) a 1,21 (Klein Guerrero) ante BCI y desde 0,33 (Baguette 17) a 0,93 (Klein Guerrero) ante el tratamiento ACI. Por su parte, cuando *P.triticina* fue el patógeno principal el tratamiento SI presentó valores de IAFV en el estrato HB-2 que variaron entre 0,57 (SY 100) a 1,45 (Klein Guerrero); de 0,39 (Baguette 17) a 1,13 (Klein Guerrero) para BCI, en tanto que ante el tratamiento ACI se detectaron valores de 0,29 (Baguette 17) a 1,04 (Klein Guerrero) (Tabla anexo 22).

La tasa de caída de IAFV ($-\text{IAFV}.\text{día}^{-1}$) ante MA presentó valores que fluctuaron entre 0,015 (Klein Guerrero) a $-0,032$ (Baguette 11) para el tratamiento SI; $-0,001$ (Klein Guerrero) a $-0,034$ (Baguette 18) ante BCI y desde 0,009 (Klein Guerrero) a $-0,038$ (Baguette 17) para el tratamiento ACI. Por otro lado, las tasas de caída ante inoculaciones de *P.triticina* mostraron valores de superiores y mayores diferencias entre tratamientos de inoculación: $-0,027$ (ACA 315) a $-0,048$ (Baguette 18) para SI; $-0,020$ (Klein Guerrero) a $-0,048$ (Baguette 17) ante BCI y de $-0,022$ (Klein Guerrero) a $-0,050$ (Klein Yará) para el tratamiento ACI (Tabla 3.18).

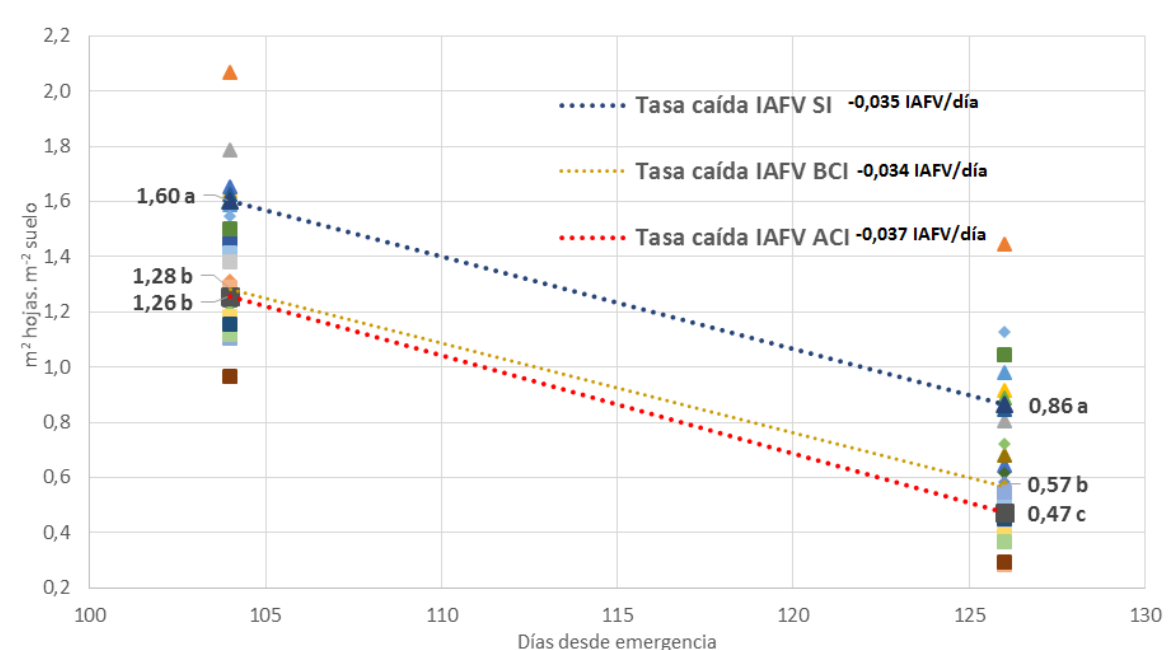
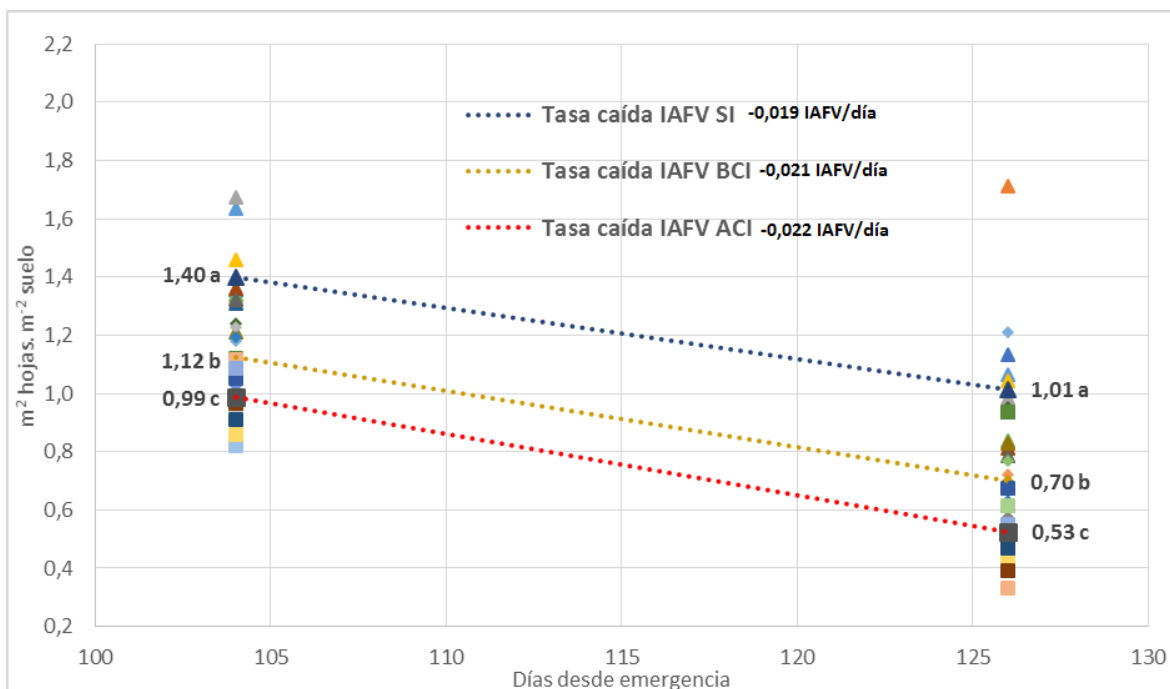


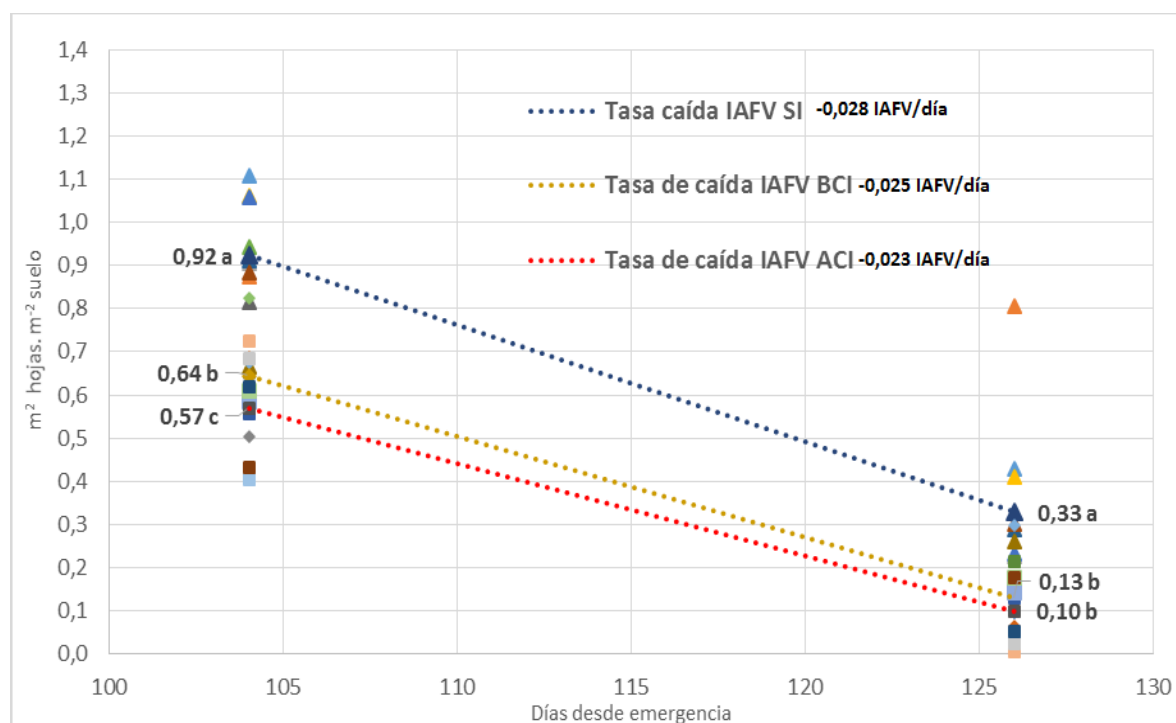
Figura 3.28 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-2 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ◆ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a las regresiones de los tratamientos de inoculación.

En la figuras 3.29a y b se proporciona información acerca de la dinámica del IAFV del estrato HB-3 en el periodo EC39-EC60 y la tasa media de caída del IAFV para los tres tratamientos de inoculación para ambos patógenos. Para EC39, incrementos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* generaron reducciones del 30,2% (tratamiento BCI) al 38,1% (tratamiento ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-3=0,92). Ante RH y evaluaciones en el mismo estadio las disminuciones en el IAFV de este estrato con respecto al tratamiento SI (0,97) fueron del 25,3% (BCI) y 30,2% ante ACI. En antesis, se presentaron reducciones en los tratamientos BCI (-60,4%) y ACI (-69,6%) con respecto al tratamiento SI (IAFV=0,33) cuando *Py.tritici-repentis* fue inoculado, en tanto que frente a *P.triticina*, la disminución fue del 51,4% (BCI) y 52,5 % (ACI) con respecto al tratamiento SI (IAFV HB-3=0,18) (Figura 3.29a y b). Si bien la tasa de caída de IAFV para este estrato foliar presentó mayores valores ante los tratamientos SI, se detectaron valores significativamente superiores de IAFV ante el tratamiento sin inocular en EC39 y EC60. Ante inoculaciones de MA la tasa fluctuó entre -0,028.día⁻¹ (SI); -0,025.día⁻¹ (BCI) y -0,023.día⁻¹ (ACI), en tanto que para RH se presentaron tasas de caídas más pronunciadas y mayores diferencias entre tratamientos: -0,038 (tratamiento SI); -0,031 (BCI) y -0,028 para el tratamiento ACI (Figura 3.29 a y b; Tabla 3.19).

Con respecto a la variación genotípica ante distintos tratamientos de inoculación, en EC39 el IAFV HB-3 para el tratamiento SI obtuvo valores de 0,68 (LE 2330) a 1,11 (Klein Yarará); entre 0,41 (Klein Yarará) a 0,86 (ACA 303) para BCI y 0,40 (Baguette 11) a 0,73 (Baguette 17) para el tratamiento ACI ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*, en tanto que frente a RH el IAFV de este estrato se ubicó entre 0,57 (LE 2330) a 1,31 (Klein Guerrero) ante el tratamiento SI; valores de 0,54 (LE 2330) a 0,91 (Baguette 18) frente a BCI y desde 0,37 (LE 2330) a 1,05 (Baguette 11) en el tratamiento ACI (Figura 3.29 a y b Tabla anexo 18). Por su parte la dinámica del IAFV en EC60 generó valores de IAFV para MA que oscilaron entre 0,15 (BioINTA 3004) a 0,81 (Klein Guerrero) para SI; 0,06 (SY 100) a 0,30 (Klein Guerrero) ante BCI y desde 0,006 (Baguette 17) a 0,21 (Klein Guerrero) ante el tratamiento ACI. Por su parte, cuando *P.triticina* fue el patógeno principal el tratamiento SI presentó valores de IAFV en el estrato HB-3 que variaron entre 0,03 (Baguette 17) a 0,42 (Klein Guerrero); de 0,005 (Baguette 18) a 0,20 (Klein Guerrero) para

BCI, en tanto que ante el tratamiento ACI se detectaron valores de 0,01 (Baguette 18) a 0,17 (Klein Guerrero) (Figura 3.29 a y b; Tabla anexo 23).

La tasa de caída de IAFV ($-IAFV \cdot \text{día}^{-1}$) ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* presentó valores de -0,003 (Klein Guerrero) a -0,04 (Baguette 18) para el tratamiento SI; -0,011 (Klein Yarará) a -0,034 (ACA 303) ante BCI y desde -0,121 (LE 2330) a -0,035 (Baguette 17) para el tratamiento ACI. Por otro lado, inoculaciones de *P.triticina* mostraron tasas de caídas de IAFV con valores superiores de tasas de caída y diferencias superiores entre cultivares ante mismos tratamientos de inoculación -0,020 (LE 2330) a -0,061 (Baguette 18) para SI; -0,023 (LE 2330) a -0,045 (Baguette 18) ante BCI y de -0,014 (LE 2330) a -0,046 (Baguette 11) para el tratamiento ACI (Tabla 3.19).



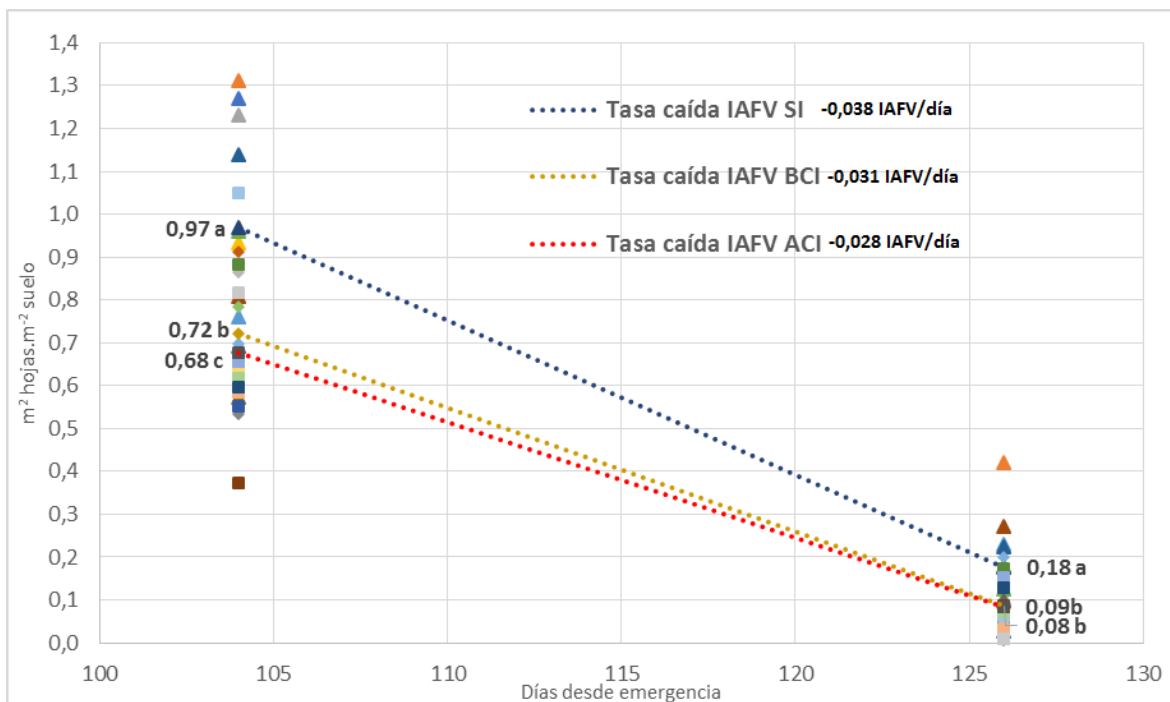


Figura 3.29 a y b. Índice de área foliar verde para el estrato HB-3 (en los estadios EC 39 y EC 60) en función de los días desde emergencia para el factor *Patógeno x Inoculación x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P.triticina* (Figura b) en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio y patógeno son significativamente iguales (LSD $p=0.05$). Los tratamientos de inoculación se representan como ▲ (Sin inóculo), ◆ (BCI) y ■ (ACI). Las líneas punteadas corresponden a la regresión de los tratamientos de inoculación.

Tabla 3.16. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Tasa caída IAFV HB EC39-EC60

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	-0,059	-0,035	-0,018	-0,037	-0,034	-0,038	-0,040	-0,037	-0,010	-0,005	-0,005	-0,007	-0,011	-0,001	-0,008	-0,007
Klein Guerrero	-0,049	-0,058	-0,065	-0,057	-0,029	-0,033	-0,046	-0,036	-0,012	-0,005	-0,025	-0,014	-0,058	-0,019	-0,021	-0,032
Baguette 11	-0,027	-0,022	-0,022	-0,024	-0,023	-0,019	-0,012	-0,018	0,002	0,009	-0,000	0,004	-0,007	-0,018	-0,021	-0,015
Baguette 17	-0,030	-0,031	-0,035	-0,032	-0,028	-0,030	-0,048	-0,035	0,014	-0,002	0,002	-0,005	0,007	0,002	-0,018	-0,003
Baguette 18	-0,021	-0,036	-0,023	-0,027	-0,019	-0,017	-0,010	-0,015	0,010	0,013	0,020	0,014	-0,002	0,017	-0,010	-0,002
Bio INTA 3004	-0,035	-0,021	-0,023	-0,027	-0,014	-0,044	-0,034	-0,031	0,020	-0,018	-0,015	0,004	0,009	0,011	-0,005	0,005
ACA 303	-0,023	-0,012	-0,034	-0,023	-0,027	-0,004	-0,023	-0,018	0,029	-0,003	-0,009	-0,006	-0,018	-0,007	-0,016	-0,014
ACA 315	-0,023	-0,017	-0,026	-0,022	-0,000	-0,015	-0,024	-0,013	0,009	0,000	-0,006	0,001	-0,002	-0,000	-0,005	-0,002
SY 100	-0,045	-0,024	-0,032	-0,033	-0,018	-0,024	-0,031	-0,025	-0,003	0,017	0,003	0,006	-0,012	-0,012	-0,021	-0,015
LE 2330	-0,027	-0,021	-0,011	-0,020	-0,051	-0,044	-0,043	-0,046	0,002	0,005	-0,021	-0,005	-0,003	-0,011	-0,020	-0,011
Promedio Inoculación	-0,034	-	-		-0,024	-	-		-0,006	0,001	0,006		-0,010	0,004	0,014	
Promedio Patógeno	-0,030				-0,027				-0,001				-0,009			
Promedio 2012	-0,029															
Promedio 2013	-0,004															
LSD †	Año = 0,014* ; Inoculación =0,004* ; Cultivar= 0,009** ; Año x Patógeno=0,008* ; Patógeno x Cultivar= 0,013** ; Año x Patógeno x Inoculación=0,008* ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,018* ;															

3.17. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-1 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Tasa caída IAFV HB-1 EC39-EC60

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	-0,034	-0,001	0,005	0,015	-0,030	-0,037	-0,059	-0,042	0,009	0,021	0,005	-0,012	0,005	-0,003	-0,015	-0,004
Klein Guerrero	-0,014	-0,028	-0,036	-0,026	-0,033	-0,029	-0,031	-0,031	0,036	0,026	-0,008	0,018	-0,035	-0,013	-0,017	-0,022
Baguette 11	-0,040	-0,034	-0,029	-0,034	-0,026	-0,019	-0,031	-0,025	0,026	0,026	0,013	0,022	-0,006	-0,005	-0,021	-0,010
Baguette 17	-0,039	-0,050	-0,053	-0,048	-0,031	-0,047	-0,057	-0,045	0,019	-0,004	0,002	0,006	0,006	-0,018	-0,027	-0,013
Baguette 18	-0,029	-0,035	-0,050	-0,038	-0,041	-0,039	-0,047	-0,043	0,024	-0,010	0,009	0,008	-0,007	-0,011	-0,018	-0,012
Bio INTA 3004	-0,052	-0,034	-0,034	-0,040	-0,025	-0,044	-0,053	-0,041	0,032	0,001	0,004	0,013	0,001	0,010	-0,007	-0,001
ACA 303	-0,015	-0,008	-0,027	-0,017	-0,051	-0,009	0,001	-0,02	0,021	0,002	-0,017	0,006	-0,016	-0,012	-0,015	-0,014
ACA 315	-0,003	-0,010	-0,011	-0,008	-0,000	-0,023	-0,030	-0,018	0,004	-0,001	-0,000	0,001	-0,010	-0,014	-0,008	-0,011
SY 100	-0,034	-0,040	-0,032	-0,035	-0,025	-0,021	-0,029	-0,025	0,008	-0,001	-0,005	0,001	-0,017	-0,019	-0,028	-0,021
LE 2330	-0,011	-0,009	-0,035	-0,018	-0,065	-0,044	-0,042	-0,050	0,002	0,006	-0,022	-0,005	-0,011	-0,030	-0,019	-0,020
Promedio Inoculación	-0,027	-0,025	-0,030		-0,033	-0,031	-0,038		0,017	0,004	-0,009		-0,009	-0,011	-0,018	
Promedio Patógeno	-0,082				-0,034				0,005				-0,013			
Promedio 2012	-0,031															
Promedio 2013	-0,003															
LSD †	Año = 0,004* ; Patógeno=0,003**; Año x Patógeno=0,004*; Inoculación =0,004*; Cultivar=0,009 **; Año x Inoculación=0,006 ‡; Año x Cultivar=0,012 ** ; Año x Patógeno x Cultivar=0,017 *; Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,021 *															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 3.18. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-2 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tasa caída IAFV HB-2 EC39-EC60

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein																
Yarará	-0,043	-0,029	-0,017	-0,030	-0,034	-0,051	-0,064	-0,049	-0,013	-0,001	-0,017	0,010	-0,023	-0,029	-0,037	-0,030
Klein																
Guerrero	-0,000	-0,022	-0,013	-0,012	-0,034	-0,030	-0,031	-0,031	0,031	0,019	-0,005	-0,015	-0,024	-0,011	-0,014	-0,016
Baguette																
11	-0,035	-0,040	-0,032	-0,036	-0,050	-0,066	-0,058	-0,058	-0,028	0,003	-0,006	-0,010	-0,041	-0,015	-0,028	-0,028
Baguette																
17	-0,041	-0,043	-0,055	-0,046	-0,059	-0,060	-0,061	-0,060	-0,002	-0,023	-0,021	-0,015	-0,013	-0,036	-0,035	-0,028
Baguette																
18	-0,034	-0,045	-0,044	-0,041	-0,064	-0,050	-0,061	-0,058	0,008	-0,023	-0,008	-0,008	-0,032	-0,029	-0,029	-0,030
Bio INTA																
3004	-0,052	-0,034	-0,035	-0,040	-0,040	-0,046	-0,064	-0,050	-0,001	-0,001	-0,007	-0,003	-0,015	-0,012	-0,015	-0,014
ACA 303	-0,011	-0,025	-0,025	-0,020	-0,044	-0,022	-0,022	-0,029	-0,022	-0,015	-0,024	-0,020	0,029	-0,022	-0,028	-0,026
ACA 315	-0,019	-0,035	-0,011	-0,021	-0,018	-0,029	-0,049	-0,032	-0,030	-0,019	-0,021	-0,023	-0,036	-0,031	-0,023	-0,030
SY 100	-0,031	-0,037	-0,022	-0,030	-0,041	-0,045	-0,044	-0,043	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,023	-0,025	-0,023	-0,024
LE 2330	-0,005	-0,005	-0,026	-0,012	-0,053	-0,052	-0,044	-0,050	-0,027	-0,022	-0,027	-0,025	-0,024	-0,021	-0,020	-0,022
Promedio Inoculación	-0,027	-0,032	-0,028		-0,044	-0,045	-0,050		-0,010	-0,010	-0,015		-0,026	-0,023	-0,025	
Promedio Patógeno	-0,029				-0,046				-0,012				-0,025			
Promedio 2012	-0,037															
Promedio 2013	0,018															
LSD †	Año = 0,012* ; Patógeno= 0,004**; Cultivar=0,007 **; Año x Cultivar=0,011 ** ; Patógeno x Cultivar=0,009 ‡ ; Año x Patógeno x Cultivar=0,014 *; Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,016*															

Tabla 3.19. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa caída IAFV para el estrato HB-3 en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tasa caída IAFV HB-3 EC39-EC60

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	-0,048	-0,009	-0,024	-0,027	-0,023	-0,040	-0,028	-0,031	-0,018	-0,013	-0,016	-0,016	-0,025	-0,017	-0,018	-0,020
Klein Guerrero	-0,005	-0,028	-0,021	-0,018	-0,035	-0,029	-0,039	-0,034	-0,002	-0,009	-0,016	-0,009	-0,045	-0,018	-0,028	-0,030
Baguette 11	-0,048	-0,043	-0,023	-0,038	-0,077	-0,066	-0,052	-0,065	-0,018	-0,008	-0,012	-0,013	-0,031	-0,017	-0,039	-0,029
Baguette 17	-0,045	-0,038	-0,054	-0,046	-0,056	-0,061	-0,037	-0,051	-0,018	-0,014	-0,016	-0,016	-0,024	-0,020	-0,016	-0,020
Baguette 18	-0,060	-0,050	-0,053	-0,054	-0,090	-0,072	-0,061	-0,074	-0,020	-0,017	-0,012	-0,017	-0,031	-0,018	-0,018	-0,022
Bio INTA 3004	-0,049	-0,029	-0,025	-0,035	-0,062	-0,044	-0,047	-0,051	-0,026	-0,013	-0,015	-0,018	-0,020	-0,012	-0,009	-0,014
ACA 303	-0,029	-0,048	-0,030	-0,036	-0,067	-0,045	-0,025	-0,046	-0,028	-0,020	-0,012	-0,020	-0,022	-0,017	-0,021	-0,020
ACA 315	-0,033	-0,044	-0,025	-0,034	-0,035	-0,035	-0,040	-0,037	-0,022	-0,017	-0,016	-0,018	-0,016	-0,012	-0,013	-0,014
SY 100	-0,042	-0,043	-0,040	-0,042	-0,038	-0,044	-0,038	-0,040	-0,019	-0,017	-0,015	-0,017	-0,018	-0,011	-0,008	-0,012
LE 2330	-0,009	-0,026	-0,016	-0,017	-0,032	-0,039	-0,020	-0,030	-0,025	-0,013	-0,008	-0,015	-0,007	-0,007	-0,008	-0,007
Promedio Inoculación	-0,037	0,036	0,031		-0,052	0,047	0,039		-0,020	0,014	0,014		-0,024	0,015	0,018	
Promedio Patógeno	-0,035				-0,046				-0,016				-0,019			
Promedio 2012	-0,04															
Promedio 2013	-0,017															
LSD †	Año = 0,015* ; Patógeno= 0,007‡ ; Cultivar=0,005 **; Año x Cultivar=0,011 ** ; Inoculación =0,002**; Año x Inoculación =0,003**; Patógeno x Cultivar=0,009** ; Inoculación x Cultivar=0,008 ‡ Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,012*; Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar= 0,017*;															

3.4 Discusión

Las variaciones climáticas entre años influenciaron fuertemente el desarrollo epidemiológico de las enfermedades evaluadas, coincidiendo con Wegulo *et al.* (2012) y Campbell y Madden (1990), al jugar un rol preponderante tanto la temperatura media, humedad relativa ambiente y precipitaciones en la supervivencia, reproducción y sobrevivencia de *Py.tritici repentis* y *P.triticina*. En este sentido, el año 2012 presentó condiciones más favorables para el desarrollo de enfermedades en post-floración debido a la mayor acumulación de precipitaciones, humedad relativa y temperaturas medias más elevadas que provocaron mayores niveles de severidad en EC82, ABCPE, en el %AFNV, en la tasa de aumento de %AFNV y mayores tasas de caída del IAFV.

Cabe mencionar que *Py.tritici-repentis* requiere temperaturas óptimas de 19 a 20 °C, aunque su rango puede ser más amplio (10-30 °C) y 18 horas de mojado sobre sus hojas, enfermedad que aparenta tener menores requerimientos de humedad que otras causadas por patógenos foliares (Fernández *et al.*, 1996). Por otro lado, *P.triticina* es más exigente con respecto a temperaturas medias (15 y 22 °C) y requiere un período de mojado de 6 a 8 horas (Alberione, 2005), rango de condiciones que se presentó a partir del mes de octubre en ambos años, con temperaturas medias superiores a 16 °C y humedad relativa superiores a 80%. Con respecto a la tasa de incremento del %AFNV, se detectaron mayores valores ante infecciones de *P.triticina* con respecto a *Py.tritici-repentis*, lo que pone de manifiesto la alta tasa de infección de este patógeno biotrófico, que puede completar su ciclo de infección con formación de nuevas pústulas en períodos relativamente cortos (8 a 10 días), por lo que su desarrollo epidémico se hace exponencial en forma rápida (Roelf *et al.*, 1992).

En este trabajo donde se realizaron inoculaciones artificiales y en forma separada, de *P. triticina* y *Py.tritici-repentis*, el aumento en la concentración de inóculo de los patógenos provocó disminuciones en el IAFV alcanzado por el cultivo con respecto al tratamiento SI en los tres estadios evaluados con un efecto más notorio ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*, comportamiento que estaría explicado debido a que la presencia de patógenos foliares se han asociado con aumentos en la clorosis, senescencia anticipada de las hojas, pudiendo finalizar con la caída y desaparición de los estratos foliares afectados o

provocando la muerte acelerada de macollos, tal como fue documentado por Boote *et al.*, 1983; Johnson, 1992; Waggoner y Berger, 1987 y Bancal *et al.*, 2007 estudiando diferentes patosistemas. En un mismo sentido, Carretero *et al.*, 2010 encontraron disminuciones en el IAFV de trigo ante epidemias en post-floración de patógenos necrótrofos como *Py.tritici-repentis* y *Alternaria tritici*. Similares respuestas fueron reportadas ante epidemias originadas por *P.tritici* y *S.tritici* (Bancal *et al.*, 2007), en tanto que Serrago *et al.*, 2009 reportaron caídas en el IAFV ante infecciones conjuntas de *P.tritici*, *Py.tritici-repentis* y *S.tritici*.

Bajo las condiciones exploradas en este trabajo, el IAFV total y por estratos foliares mostró importantes reducciones ante aumentos en la presión de inóculo de *P.tritici* y *Py.tritici-repentis* en los tres estadios evaluados, siendo esta caída más pronunciada en los estratos foliares inferiores y ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*. En este sentido, Carretero *et al.*, 2010 documentaron que el adelantamiento en la caída del IAFV por debajo del crítico generado por inoculaciones conjuntas de *Py.tritici-repentis* y *P.tritici* estuvieron explicadas por disminuciones en el IAFV y por incrementos en el %AFNV, concordando con los resultados encontrados en este trabajo. De la misma manera, Bancal *et al.*, 2007 encontraron una importante correlación entre aumentos en el ABCPE y disminuciones en el IAFV total y por estratos ante infecciones naturales ocasionadas por *P.tritici* y *Septoria tritici* comparado con tratamientos protegidos. En este sentido, cuando se evaluó el comportamiento de las tasas de caída de IAFV y IAFV se encontraron mayores pendientes ante los tratamientos SI, comportamiento que podría estar explicado por los valores significativamente superiores que se detectaron en el IAFV y IAFV en EC39 en el tratamiento SI con respecto a los tratamientos BCI y ACI y a que en EC82, las diferencias entre los tres tratamientos disminuyen por el efecto de la senescencia de las hojas.

Se detectaron importantes reducciones en el índice de verdor de hojas, indicador del contenido de clorofila de los tejidos, ante aumentos en la presión de inóculo de *P.tritici* y *Py.tritici-repentis*, concordando con lo documentado por Murdock *et al.* (1997) y Rosyara *et al.* (2006) que reportaron reducciones en el índice SPAD ante infecciones generados por patógenos foliares, en comparación a hojas sanas. En este sentido, Zuckerman *et al.*, 1997 encontraron disminuciones en el índice de verdor en hojas infectadas por *S. tritici*. De

forma similar, Rosyara *et al.* (2006) documentaron una correlación negativa entre aumentos en la severidad causada por *Bipolaris sorokiniana* y *Py.tritici-repentis* con disminuciones en valores de índice de verdor. Por su parte Carretero *et al.* (2011) documentaron caídas en las lecturas de SPAD en tejidos visualmente sanos pero afectados por *P.triticina* e hipotetizaron que las disminuciones en el contenido de clorofila podrían explicar las caídas en la tasa de fotosíntesis encontradas.

Como se mencionó anteriormente tanto *P.triticina* como *Py.tritici-repentis* provocaron disminuciones significativas en el IAFV y IAFV del cultivo, vinculado a esto, se evidenció una importante reducción en la DAFT y DAFV del cultivo ante aumentos en la concentración de inóculo de ambos patógenos, coincidiendo con lo reportado en distintos patosistemas por Waggoner y Berger (1987); Dimmock y Gooding (2002); Parker *et al.* (2004) y van den Berg *et al.* (2013), a partir del aumento en la clorosis y senescencia foliar. En un mismo sentido, Sharma *et al.* (2004) y Rosyara *et al.* (2006) documentaron disminución en la DAFV de la hoja bandera ante infecciones causadas por *Bipolaris sorokiniana* y *Py.tritici-repentis*. De la misma manera Serrago *et al.* (2009) comprobaron caídas en esta variable ante infecciones de *P.triticina*, *Py.tritici-repentis* y *Septoria tritici*. Coincidiendo con Gooding *et al.* (2000), la presencia de patógenos foliares provocan disminuciones en la DAFV a partir del adelantamiento en la senescencia que generan, esto se puso de manifiesto por los menores valores de IAFV en el estadio EC82 en tratamientos BCI y ACI con respecto a los tratamientos SI de ambos patógenos. Bajo las condiciones exploradas en este trabajo, incrementos en la concentración de inóculo con el patógeno necrotrófico *Py.tritici-repentis* provocaron mayores reducciones en el DAFT y DAFV con respecto a RH.

Con respecto al comportamiento de los genotipos evaluados, se encontró una estrecha relación entre aumentos en el ABCPE, el %AFNV y la tasa de incremento de %AFNV con disminuciones en el IAFV EC82, DAFT y DAFV. En este sentido, los cultivares Klein Guerrero, ACA 303 y ACA 315 se destacaron por poseer un mejor comportamiento sanitario en promedio de los dos años y se destacaron por mantener altos valores de IAFV en comparación a los restantes genotipos. Por otro lado, LE 2330, SY 100, Baguette 11 y

Baguette 18 evidenciaron altos valores de ABCPE, % AFNV, tasa de incremento de %AFNV y bajos valores de DAFV, DAFT y IAFV EC82.

Coincidiendo con Robert *et al.* (2004); Bancal *et al.* (2007) y Carretero *et al.* (2010), el IAFV por estratos foliares evidenció mayores caídas porcentuales con respecto al tratamiento sin inocular en los estratos HB-4, HB-3 y HB-2 con respecto a los estratos HB y HB-1, tanto en EC39 como en EC60, lo que estaría indicando que las enfermedades progresaron desde los estratos inferiores hacia los superiores. En los tres estadios evaluados, el IAFV de los estratos foliares sufrió mayores reducciones porcentuales ante aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* con respecto a *P.triticina*. Esta respuesta estaría explicada por el aceleramiento en la senescencia foliar y posterior necrosis que este tipo de patógeno genera (Dimmock y Gooding, 2002). Con respecto a la tasa de caída de IAFV para los estratos evaluados para el periodo EC39-EC60, se detectaron mayores diferencias entre tratamientos de inoculación ante MA. En tanto que la RH mostró tasas de caída superiores en los tres tratamientos de inoculación, comportamiento que podría ser explicado por los valores superiores en IAFV de los estratos en EC39 en RH con respecto a MA y a las mayores tasas de incrementos del %AFNV que presentó RH con respecto a MA que podrían estar vinculados con las mayores tasas de infección que *P.triticina* presenta.

Capítulo 4

“Influencia de mancha amarilla y roya de la hoja sobre la generación de biomasa y atributos asociados”

4.1 Introducción

La generación de biomasa en trigo está determinada por la cantidad de radiación incidente durante el periodo de crecimiento (Rinc), la eficiencia en la intercepción de radiación (determinada por el IAF y el coeficiente de extinción lumínica k) y la EUR (Evans *et al.*, 1978; Gardner, 1985; Johnson, 1987; Sinclair y Muchow, 1999; Salvagiotti y Miralles, 2008) que expresa la capacidad del cultivo de transformar la energía lumínica interceptada o absorbida en biomasa (Gifford *et al.*, 1984). El hecho de que la producción de biomasa está en general linealmente relacionada con la RFAi a lo largo del ciclo del cultivo, determina un valor relativamente constante de EUR (Monteith, 1977; Serrago, 2010).

Diversos autores afirman que el hábito nutricional de los patógenos fúngicos (necrotróficos-biotróficos) pueden ejercer efectos diferenciales sobre los componentes que explican la generación de biomasa (Robert *et al.*, 2005; Bancal *et al.*, 2007). Los patógenos necrotróficos, como el organismo causal de la MA, se caracterizan por no interactuar con células vivas del hospedante, ya que el patógeno las degrada previamente mediante el uso de toxinas en el proceso de colonización del tejido vegetal (Ney *et al.*, 2013). Sin embargo, se ha documentado que dichos patógenos necrotróficos provocan una reducción en el aparato fotosintético de la planta acelerando la senescencia de las hojas debido a la necrosis foliar y a la posterior disminución en la fotosíntesis total por hoja (Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002). Por otro lado, las enfermedades causadas por patógenos biotróficos (como el agente causal de la roya de la hoja) producen profundos cambios en la fisiología de los hospedantes, ya que alteran el metabolismo de las plantas al parasitar células vivas utilizando como principal herramienta los haustorios que actúan en la

movilización, adquisición y metabolismo de los nutrientes necesarios para el desarrollo del patógeno, y jugando un rol importante en la supresión de las defensas del hospedante (Voegelé y Magden, 2011). Su presencia en el cultivo puede producir reducciones en la acumulación de biomasa debido a una disminución del área y de la capacidad fotosintética de las hojas, un aumento de la tasa respiratoria, la transpiración y una reducción de la tasa de translocación de los órganos afectados (McNew, 1960; Robert *et al.*, 2004; Agrios, 2005; Robert *et al.*, 2005; Serrago *et al.*, 2009). Según Waggoner y Berger (1987), de los dos componentes fisiológicos determinantes de la biomasa aérea, las enfermedades afectan principalmente la eficiencia de intercepción de radiación por reducciones de la cobertura verde (caída de hojas o muerte acelerada de macollos) y por la intercepción de radiación por área foliar enferma (y/o senescente), que no podrá ser utilizada para la generación de biomasa (Carretero *et al.*, 2009). En este sentido, disminuciones de la RFAa en el periodo EC39-60 pueden afectar la tasa de crecimiento del cultivo alrededor de floración, etapa crucial para la definición del rendimiento, debido a que el tallo y la espiga crecen en forma conjunta, pudiendo afectar de esta manera el NGT (Fischer, 1985; Madden y Nutter, 1995; Miralles y Slafer, 1999; Borrás *et al.*, 2004). Por otro lado, caídas en la RFAa en el llenado de granos (EC60-EC82) pueden disminuir el PMG al afectar principalmente la tasa de llenado de granos más que la duración en el llenado de los mismos (Cornish *et al.*, 1990; Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002; Ruske *et al.*, 2003; Robert *et al.*, 2004; Pepler *et al.*, 2005; Serrago, 2010; Serrago *et al.*, 2011).

El efecto de las enfermedades fúngicas foliares sobre el otro atributo que interviene en la producción de biomasa, la EUR, presenta resultados contradictorios entre diferentes autores. Bancal *et al.* (2007) estudiando infecciones naturales de *S. tritici* y *P. triticina* en trigo sugieren que este atributo no se vería afectado. Serrago *et al.* (2009) reportaron que reducciones en la producción de biomasa post-floración debido a enfermedades foliares se debieron principalmente a disminuciones en el IAFV, IAFV y a la DAFV provocando una reducción en la capacidad del canopeo para interceptar radiación cuando predominaron enfermedades causada por patógenos necrotróficos. Por otro lado Robert *et al.* (2005), consideran que la EUR se vería modificada según el hábito nutricional del patógeno y argumentan que enfermedades originadas por patógenos biotróficos podrían tener algún

efecto sobre la EUR, debido a la interacción particular que este tipo de patógenos establece con las células del hospedante. Estos cambios podrían ser debidos a reducciones en la tasa de fotosíntesis foliar (Rabbinge *et al.*, 1985; Zuckerman *et al.*, 1997), a aumentos en la tasa de respiración de los tejidos o a un consumo directo de asimilados (Boote *et al.*, 1983) y/o nitrógeno por parte de los patógenos. Por otro lado, Carretero *et al.* (2011) detectaron reducciones en la capacidad fotosintética de las hojas superiores de trigo cuando estas eran infectadas por RH durante el llenado de los granos que no se tradujeron en disminuciones en la EUR debido posiblemente a (i) una compensación de la actividad fotosintética de otros órganos del cultivo y/o (ii) a una re translocación de asimilados almacenados en tallos que fueron removilizados para compensar la menor fotosíntesis actual (como consecuencia de presencia de la enfermedad).

Según Dimmock y Gooding, (2002) la falta de efecto de los patógenos necrotróficos sobre la EUR estaría explicada por los limitados efectos sobre la fotosíntesis, ya que no interactúan con células vivas. Sin embargo, se caracterizan por una importante reducción en el aparato fotosintético de la planta acelerando la senescencia de las hojas debido a la necrosis foliar y a que provoca una menor producción de fotoasimilados que podrán ser utilizados para la síntesis de materia seca.

Frente a estas incógnitas, este capítulo se plantea las siguientes **hipótesis**:

- *La mancha amarilla y la roya de la hoja generan reducciones en la RFAi y RFAa con magnitud diferencial según el estadio del cultivo considerado, a través de mayores reducciones en el IAFI y IAFV del trigo por senescencia anticipada y posterior necrosis*
- *La RH (biotrófico) genera mayores reducciones en EURint y EUR abs con respecto a mancha amarilla.*
- *El efecto de ambos patógenos sobre la RFAi, RFAa, EURint y EURabs determina reducciones en la biomasa en el cultivo*

Objetivos particulares

- Detectar diferencias en el efecto de *P.triticina* y *Py. tritici-repentis* sobre la generación de biomasa aérea y atributos asociados (RFAi, RFAa, EURi, EURa)

4.2 Materiales y métodos

Las evaluaciones consistieron en la determinación de la biomasa aérea en EC 39, EC 60 y EC 82 para lo cual se extrajeron 1,50 m lineales de plantas en cada parcela, se eliminaron las raíces y se pesó obteniendo de esa manera el peso fresco (Figura 4.1a y b). Posteriormente se pesó una alícuota (100 g) que fue secada en estufa a 60 °C hasta peso constante (aprox. 72 h) y utilizada para estimar el peso seco de la totalidad del muestreo de cada parcela. La tasa de crecimiento del cultivo (g.dia^{-1}) para el periodo EC39-EC82 fue calculada como la pendiente de la regresión de la biomasa acumulada en EC39, EC60 y EC82 y los días desde emergencia de estas evaluaciones.

La Radiación Incidente (I_0) y Radiación transmitida (I_t) fueron evaluadas mediante un ceptómetro Cavadevices que cuantifica el flujo de fotones fotosintético recibido en 1 metro lineal expresado en $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Las mediciones se realizaron entre las 11 y las 14 h, con cielo despejado, en los tres estadios en que se evaluó la biomasa aérea, severidad, IAF y SPAD (EC39, EC60 y EC82). Dichas mediciones se realizaron en los cinco surcos centrales de cada parcela determinando la radiación incidente (I_0) inmediatamente encima del canopy y la radiación transmitida (I_t) a la base del cultivo (superficie del suelo) ubicando el sensor en cinco posiciones a lo largo del entre-surco utilizando para los cálculos correspondientes el promedio de estas cinco mediciones. La eficiencia de intercepción (E_i) fue calculada como la diferencia entre la radiación incidente y la transmitida, sobre la radiación incidente ($E_i = [I_0 - I_t] / I_0$). Teniendo en cuenta las determinaciones de severidad de cada evaluación, se calculó la Eficiencia de absorción (E_a), como el % de radiación que es absorbida por tejido funcional (IAFV) sobre el total de la radiación incidente, siendo la fórmula para un momento determinado ($E_a = E_i * [1 - \%Severidad/100]$).

La eficiencia de intercepción (E_i) y la Eficiencia de absorción (E_a) para los días entre fechas sucesivas de muestreo fueron obtenidas por interpolación lineal. Con el cálculo diario de estas eficiencias y la radiación fotosintéticamente activa incidente diaria (RFA) obtenida de una estación meteorológica situada a 200 m del lugar de los experimentos, se calculó la cantidad de RFA diaria interceptada y absorbida. Luego, mediante la suma de

estos valores diarios se calculó la RFA interceptada acumulada (RFAi) y la RFA absorbida acumulada (RFAa) para todo el periodo nacimiento-grano pastoso (EC1-EC82) y en los periodos EC39-EC60 y EC60-EC82. La eficiencia de uso de la radiación interceptada (EURint) y absorbida (EURabs) fue calculada como la pendiente de la biomasa generada acumulada a lo largo del ciclo del cultivo y la radiación interceptada acumulada (para el caso de EURint) y la radiación absorbida acumulada (para el caso de EURabs).



Figura 4.1 a y b- Muestreo de biomasa aérea en 1,5 m lineales en el estadio EC 39

El análisis de datos se realizó mediante un ANVA para parcelas divididas utilizando el programa GenStat 12th Edition. Las medias se compararon mediante el test LSD ($P=0,05$).

4.3 Resultados

4.3.1 Generación de Biomasa aérea en EC39, EC60 y EC82 y tasa de crecimiento en el periodo EC39-EC82

La generación de biomasa en EC39 estuvo influenciada por los *años* y las interacciones *Año x Patógeno* y *Año x Cultivar*, en tanto que los *Patógenos*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Inoculación* y *Patógeno x Cultivar* afectaron en forma significativa la biomasa aérea en los tres estadios evaluados. Por su parte, la interacción *Año x Patógeno x Cultivar* manifestó diferencias significativas en las evaluaciones de EC39 y EC60. La tasa de crecimiento para el periodo EC39-EC82 estuvo influenciada por los *Patógenos*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y la interacción *Año x Patógeno* (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Valores *p* (ANVA) de Biomasa aérea y tasa de crecimiento del cultivo para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	Biomasa aérea EC39	Biomasa aérea EC60	Biomasa aérea EC82	Tasa de crecimiento EC39-EC82
Año (A)	1	(0,086)	(0,388)	(0,318)	(0,753)
Error A	2	123943	115284	265052	29,41
Patógeno (Pa)	1	(<0,001)	(0,016)	(0,025)	(<0,001)
A x Pa	1	(0,106)	(0,013)	(0,966)	(0,019)
Error B	4	36090	224450	115752	23,15
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<.001)	(<0,001)	(0,001)
A x In	2	(0,143)	(0,004)	(0,128)	(0,655)
Pa x In	2	(0,389)	(0,956)	(0,689)	(0,725)
A x Pa x In	2	(0,212)	(0,125)	(0,471)	(0,806)
Error C	16	14738	35778	143334	83,8
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(0,001)
A x Cu	9	(<0,001)	(0,243)	(0,124)	(0,065)
Pa x Cu	9	(0,013)	(0,047)	(0,054)	(0,154)
In x Cu	18	(0,976)	(0,948)	(0,981)	(0,993)
A x Pa x Cu	9	(0,017)	(0,002)	(0,378)	(0,713)
A x In x Cu	18	(0,879)	(0,999)	(0,642)	(0,822)
Pa x In x Cu	18	(0,556)	(0,584)	(0,901)	(0,888)
A x Pa x In x Cu	18	(0,976)	(0,935)	(0,882)	(0,967)
Error D	216	11330	31652	41754	33,84
Total	359				

Se detectaron diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno* en la tasa de crecimiento EC39-EC82, indicando mayores reducciones en esta variable ante inoculaciones con *P.triticina*. En este sentido, en 2012 se detectó una caída en la tasa de crecimiento del 39,5% cuando se comparó RH con MA, en tanto que estas disminuciones llegaron al 25% en 2013 (Figura 4.2).

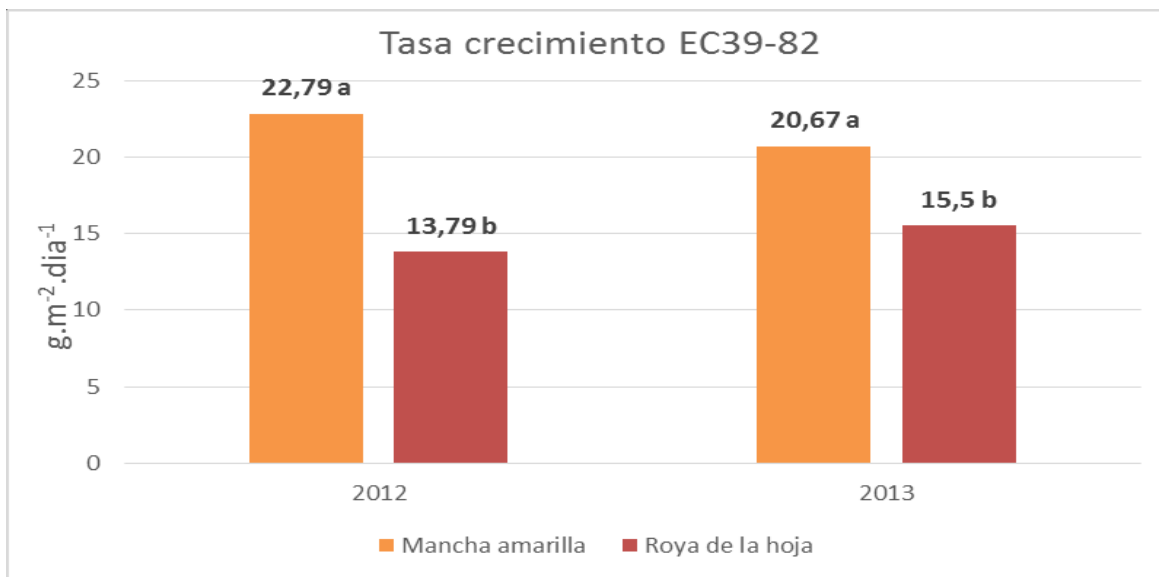


Figura 4.2. Tasa de crecimiento promedio en el periodo EC39-EC82 para el factor *Patógeno* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

La tasa de crecimiento del cultivo para el periodo EC39-EC82 para la interacción *Patógeno* \times *Inoculación* evidenció una tendencia a mayores efectos ante incrementos en la concentración de inóculo de *P.triticina* (Figura 4.3; Tabla 4.3). En este sentido y como puede visualizarse en las rectas de regresión, la tasa de crecimiento presentó en términos generales mayores valores ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y menores efectos con respecto al tratamiento SI ante incrementos en la concentración de inóculo, con valores que promediaron $24,7\text{g.día}^{-1}$ (Tratamiento SI) a $18,8\text{g.día}^{-1}$ para ACI, correspondiente con disminuciones del 23,9% en la tasa de crecimiento del cultivo. Por su parte, ante *P. triticina* el tratamiento ACI ($11,8 \text{ g.día}^{-1}$) presentó una disminución promedio del 28,9% con

respecto al tratamiento SI (16,6 g.dia⁻¹), comportamiento que puede claramente visualizarse en las rectas de ajuste (Figura 4.3; Tabla 4.3).

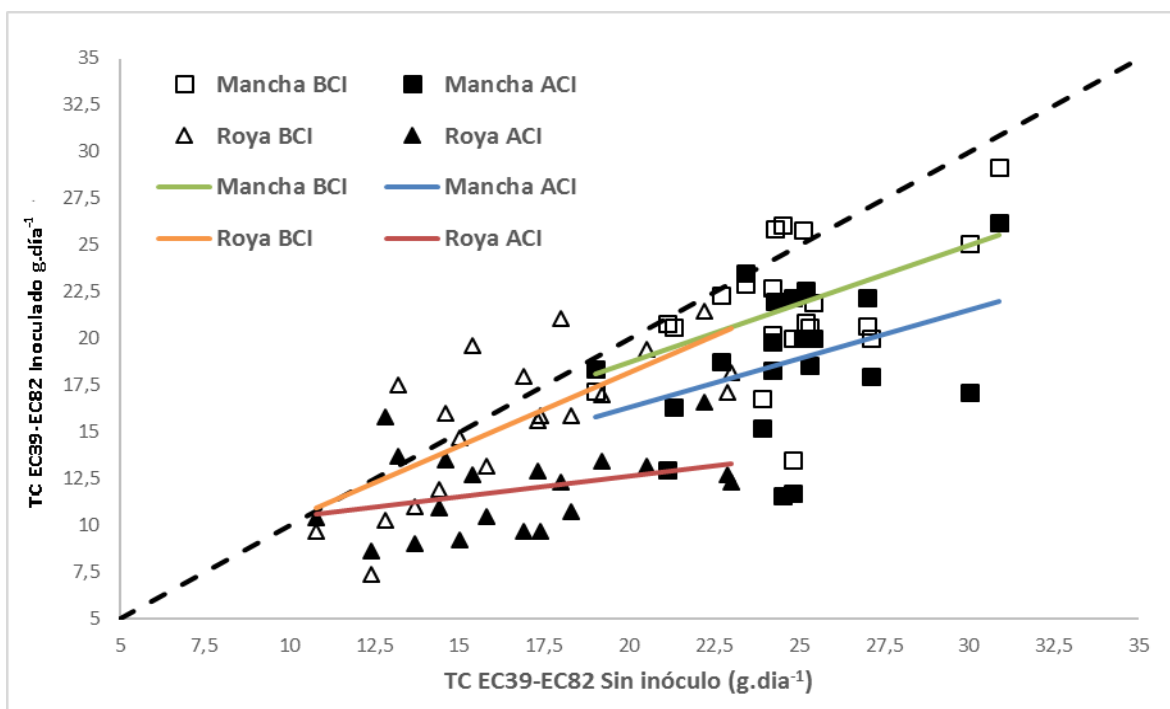
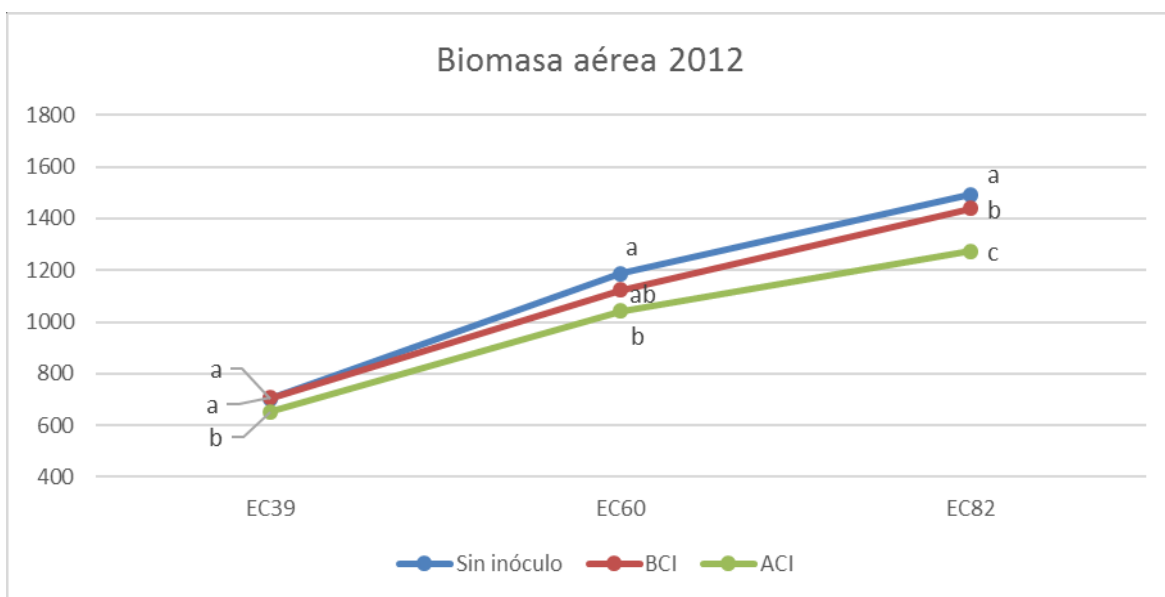


Figura 4.3. Tasa de crecimiento del cultivo en el periodo EC39-EC82 y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

Con respecto a la producción de biomasa, en EC39 aumentos en la concentración de inóculo generaron en ambos años, reducciones en la producción de materia seca. Para 2012, se detectó un decrecimiento para esta variable desde 703 g materia seca.m⁻² (tratamiento SI) a 652 g materia seca.m⁻² (ACI), lo que implicó una reducción de 7,2% (Figura 4.4a). En 2013, las disminuciones en producción de biomasa fueron desde 623 g materia seca.m⁻² (SI) a 563 g materia seca.m⁻² (BCI) y 521 g materia seca.m⁻² (ACI), implicando reducciones del 15% y 21,3% respectivamente (Figura 4.4b; Tabla anexo 24). En un mismo sentido, incrementos en la concentración de inóculo generaron reducciones en la producción de materia seca en EC60, tendencia que resultó más consistente en 2013. Para el primer año de evaluación, se detectó un decrecimiento para esta variable desde 1187 g.m⁻² (tratamiento SI) a 1043 g.m⁻² (ACI), lo que implicó una reducción de 12,2% (Figura 4.4a; Tabla anexo 25). En 2013, las disminuciones en producción de biomasa fueron desde 1313

g.m⁻² (SI) a 1182 g.m⁻² (BCI) y 977 g.m⁻² (ACI), implicando reducciones del 10% y 25,6% respectivamente (Figura 4.4b; Tabla anexo 25).

Al igual que en EC39 y EC 60, la biomasa aérea en EC82 evidenció una tendencia para la interacción *Año x Inoculación* en la cual aumentos en la concentración de inóculo generaron reducciones en la producción de materia seca, siendo esta respuesta más consistente en 2013. Para el primer año de evaluación, se detectó un decrecimiento para esta variable desde 1492 g.m⁻² (tratamiento SI) a 1275 g.m⁻² (ACI), implicando una reducción del 14,6% (Figura 4.4a). En 2013, las disminuciones en producción de biomasa fueron desde 1680 g.m⁻² (SI) a 1483 g.m⁻² (BCI) y 1256 g.m⁻² (ACI), involucrando reducciones del 11,7% y 25,2% respectivamente (Figura 4.4b; Tabla 4.2).



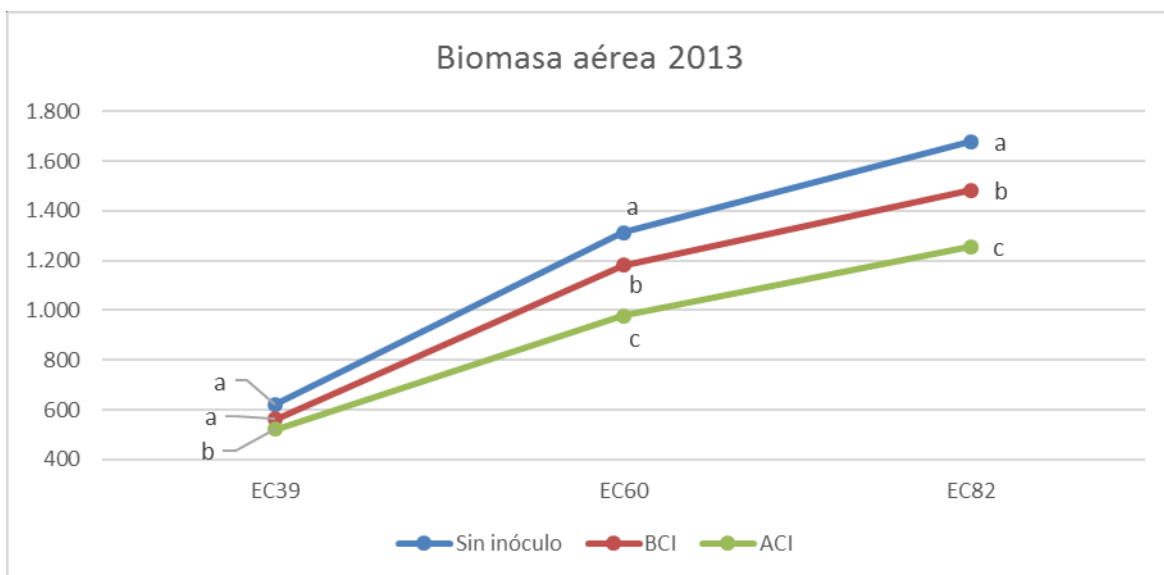


Figura 4.4 a y b. Biomasa aérea promedio en los estadios EC 39, EC 60 y EC 82 para el factor *Año x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 (figura a) y 2013 (figura b). Medias seguidas por la misma letra dentro de cada estadio son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Se detectaron diferencias significativas en la evaluación Biomasa EC82 para la interacción *Patógeno x Cultivar*. En todos los cultivares evaluados, se encontró una menor producción de biomasa aérea cuando *P.triticina* fue inoculado, sin embargo sólo Baguette 17, ACA 303 y SY 100 presentaron diferencias significativas entre los patógenos evaluados. Se detectaron importantes diferencias entre genotipos siendo el rango de valores para MA desde 1311 g.m⁻² (Bio INTA 3004) a 1640 g.m⁻² (Klein Yará), en tanto que para RH el rango fue desde 1268 g.m⁻² (Bio INTA 3004) a 1579 g.m⁻² (Klein Yará) (Figura 4.5).

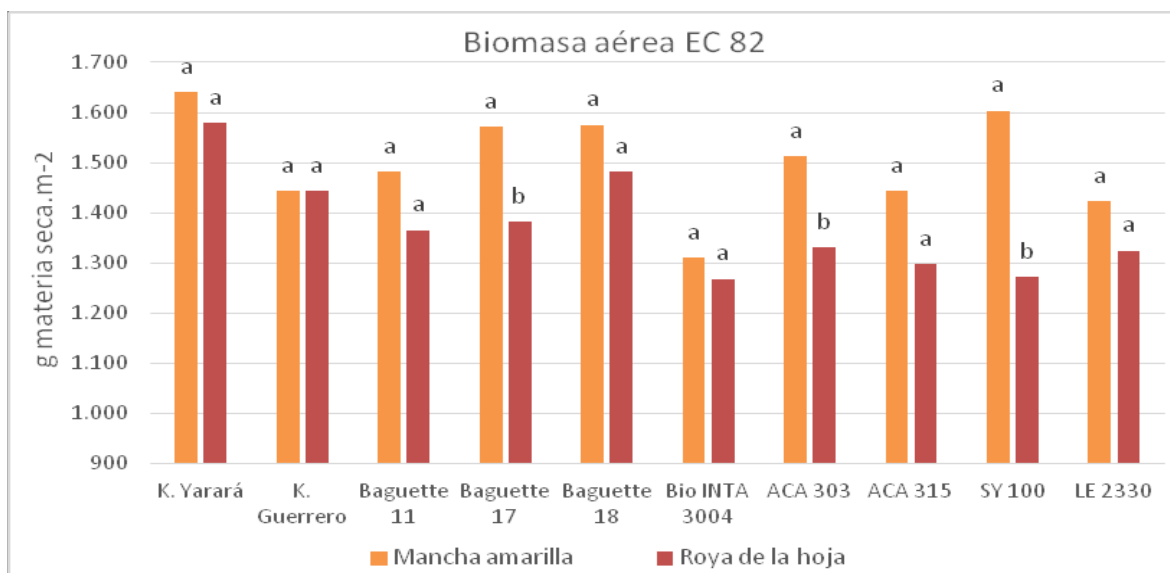


Figura 4.5. Biomasa aérea promedio en el estadio EC 82 para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD p=0.05)

Tabla 4.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Biomasa aérea en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Biomasa EC82 (g.m ⁻²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	1894	1747	1452	1698	1648	1620	1471	1580	1717	1617	1412	1582	1874	1575	1285	1578
Klein Guerrero	1416	1337	1328	1360	1328	1394	1213	1312	1834	1439	1304	1526	1853	1635	1243	1577
Baguette 11	1623	1722	1003	1450	1310	1249	1228	1262	1752	1442	1349	1515	1743	1512	1152	1469
Baguette 17	1687	1475	1417	1526	1447	1419	1204	1357	1835	1547	1468	1617	1632	1437	1151	1406
Baguette 18	1626	1634	1456	1572	1518	1664	1350	1511	1789	1515	1435	1580	1518	1528	1309	1452
Bio INTA 3004	1301	1253	1153	1236	1236	1238	1202	1225	1798	1268	1094	1387	1558	1322	1056	1312
ACA 303	1546	1582	1270	1466	1356	1321	1297	1325	1722	1658	1305	1562	1470	1321	1215	1336
ACA 315	1579	1393	1352	1441	1254	1190	1191	1212	1582	1563	1190	1445	1572	1423	1157	1384
SY 100	1811	1716	1354	1627	1296	1252	1247	1265	1778	1497	1465	1580	1417	1303	1119	1280
LE 2330	1493	1227	1123	1281	1470	1340	1184	1331	1693	1604	1395	1564	1467	1463	1023	1318
Promedio Inoculación	1598	1509	1291		1386	1369	1259		1750	1515	1342		1610	1452	1171	
Promedio Patógeno		1466				1338				1536				1411		
Promedio 2012	1402															
Promedio 2013	1473															
LSD †	Patógeno= 99,567* ; Inoculación =103,61** ; Cultivar= 94,929** ; Patógeno x Cultivar= 147,80 ‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 4.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Tasa de crecimiento en el periodo EC39-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

Tasa de crecimiento EC39-EC82 (g.m⁻².dia⁻¹)

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedi o Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	31,0	29,3	26,3	28,9	22,2	21,5	16,6	20,1	22,7	22,3	18,8	21,3	22,9	17,1	12,7	17,6
Klein Guerrero	23,4	22,9	23,6	23,3	15,2	19,5	12,6	15,8	27,1	20,0	18,0	21,7	20,5	19,4	13,2	17,7
Baguette 11	24,7	26,3	11,7	20,9	12,3	7,4	8,6	9,4	25,4	21,9	20,0	22,4	23,0	18,2	12,3	17,8
Baguette 17	27,0	20,6	22,2	23,3	14,8	14,6	9,1	12,8	25,3	20,6	18,6	21,5	18,3	15,9	10,7	14,9
Baguette 18	24,3	26,0	22,0	24,1	17,9	21,1	12,2	17,0	24,8	20,0	22,2	22,3	13,2	17,5	13,7	14,8
Bio INTA 3004	18,9	17,2	18,4	18,2	14,4	15,8	13,3	14,5	24,8	13,5	11,7	16,7	17,4	15,9	9,7	14,3
ACA 303	25,2	25,9	20,1	23,7	14,2	11,7	10,7	12,2	21,3	20,6	16,3	19,4	17,3	15,6	12,9	15,3
ACA 315	25,3	20,9	22,6	22,9	12,7	10,2	15,7	12,9	21,1	20,8	13,0	18,3	19,2	17,0	13,4	16,5
SY 100	30,0	25,3	17,2	24,1	10,6	9,5	10,2	10,1	24,2	20,2	19,8	21,4	13,7	11,0	9,0	11,2
LE 2330	24,0	16,7	15,2	18,6	15,8	13,1	10,4	13,1	24,2	22,7	18,3	21,7	16,9	18,0	9,7	14,8
Promedio Inoculación	25,4	23,1	19,9		15,0	14,4	11,9		24,1	20,3	17,7		18,2	16,5	11,7	
Promedio Patógeno	22,8				13,8				20,7				15,5			
Promedio 2012	18,3															
Promedio 2013	18,1															
LSD †	Patógeno=1,41 ** ; Inoculación =2,50* ; Año x Patógeno= 1,99* ; Cultivar=2,70 * ; Año x Cultivar= 3,82 ‡															

. † LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)*

4.3.2 Radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y absorbida (RFAa) en EC1-EC82 y por subperiodos

Tanto la radiación interceptada como la absorbida por el cultivo en el periodo EC1-EC82 fueron influenciadas significativamente por los *Años*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y las interacciones *Año x Inoculación*, *Patógeno x Inoculación*, *Año x Cultivar* y *Patógeno x Cultivar*. Para la RFAa fueron detectadas diferencias significativas para la interacción *Inoculación x Cultivar*, en tanto que la interacción triple *Año x Patógeno x Cultivar* influenció en forma significativa la RFAi EC1-EC82 (Tabla 4.4).

La RFAi y la RFAa para el periodo EC39-EC60 fue influenciada significativamente por los *Años* de evaluación, los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares* y por las interacciones *Año x Inoculación*, *Año x Cultivar*, *Patógeno x Cultivar* y *Año x Patógeno x Cultivar*. Por otro lado, se detectaron diferencias significativas en las interacciones *Patógeno x Inoculación*, *Inoculación x Cultivar* y *Año x Inoculación x Cultivar* para la RFAa (Tabla 25).

Tanto los *Patógenos*, los tratamientos de *Inoculación*, los *Cultivares*, como la interacción *Año x Cultivar* influenciaron significativamente la RFAi y la RFAa en el periodo EC60-EC82. Por su parte la RFAa en el periodo post-antesis presentó diferencias significativas ante las interacciones *Año x Inoculación*, *Patógeno x Inoculación*, *Inoculación x Cultivar* y *Año x Inoculación x Cultivar*, en tanto que la RFAi las expresó para *Patógeno x Cultivar* y *Año x Patógeno x Cultivar* (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Valores *p* (ANVA) de Radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y absorbida (RFAa) durante los periodos EC1-EC82, EC39-EC60 y EC60-EC82 para 2012 y 2103 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	RFAi EC1-EC82	RFAa EC1-EC82	RFAi EC39- EC60	RFAa EC39- EC60	RFAi EC60- EC82	RFAa EC60-EC82
Año (A)	1	(0,046)	(0,051)	(0,015)	(0,025)	(0,497)	(0,157)
Error A	2	169534	102495	16655,7	8123,6	21957,0	17612,8
Patógeno (Pa)	1	(0,394)	(0,21)	(0,590)	(0,512)	(0,029)	(0,008)
A x Pa	1	(0,879)	(0,644)	(0,159)	(0,210)	(0,282)	(0,779)

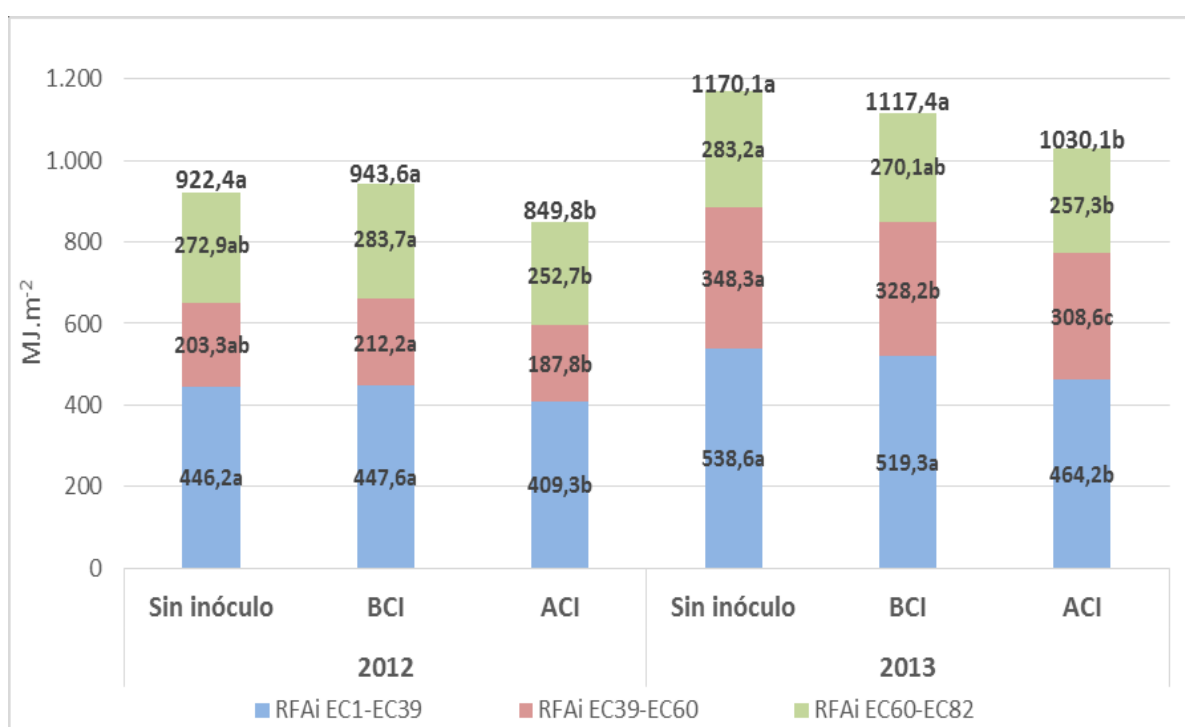
Error B	4	102241	95823	10790,4	6811,0	9042,2	4952,7
Inoculación (In)	2	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,022)	(0,001)	(0,006)	(0,001)	(0,179)	(0,032)
Pa x In	2	(0,067)	(0,002)	(0,121)	(0,032)	(0,512)	(0,052)
A x Pa x In	2	(0,439)	(0,902)	(0,239)	(0,231)	(0,199)	(0,795)
Error C	16	10698	4161	939,7	386,7	1501,9	800,6
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(<0,001)	(0,005)	(<0,001)	(0,001)	(0,035)	(0,296)
In x Cu	18	(0,862)	(0,005)	(0,834)	(<0,001)	(0,217)	(0,003)
A x Pa x Cu	9	(0,063)	(0,107)	(0,031)	(0,023)	(0,008)	(0,452)
A x In x Cu	18	(0,905)	(0,1)	(0,786)	(0,036)	(0,721)	(0,004)
Pa x In x Cu	18	(0,941)	(0,982)	(0,883)	(0,966)	(0,69)	(0,853)
A x Pa x In x Cu	18	(0,907)	(0,654)	(0,856)	(0,482)	(0,632)	(0,669)
Error D	216	3472	2998	295,8	257,5	327,2	484,0
Total	359						

La RFAi acumulada y por subperiodos presentó importantes reducciones ante aumentos en la concentración de inóculo en ambos años y para los dos patógenos evaluados (Figura 4.6 a y b; Tabla 4.5; Tablas anexo 26 y 28). En términos generales se detectaron mayores niveles de RFAi acumulada en 2013 y se manifestaron en términos porcentuales mayores caídas en la RFAi ante MA que ante RH frente a aumentos en la concentración de inóculo. Cuando se compararon el tratamiento SI con el de ACI, se detectaron reducciones en 2012 del 7,9% en la RFAi cuando *Py.tritici repentis* fue el patógeno principal en tanto que no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación cuando *P.triticina* fue inoculado ese año. Por su parte, en 2013 la caída en la RFAi EC1-EC82 fue del 12% ante *Py.tritici repentis* y del 9,7% ante *P.triticina*, cuando se comparó el tratamiento ACI con SI (Figura 4.6 a y b; Tabla 4.5).

En el subperiodo EC1-EC39, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación cuando *P.triticina* fue el patógeno principal (2012), en tanto que en 2013 se detectó una caída del 7,3% cuando se comparó el tratamiento ACI con SI. En ambos años, *Py.tritici-repentis* presentó mayores reducciones porcentuales en este subperiodo comparado con RH. La reducción en la RFAi EC1-EC39 fue del 8,3% (2012) y 13,8% (2013), cuando se comparó el tratamiento de alta concentración de inóculo con el SI (Figura 4.6 a y b).

La RFAi EC39-EC60 presentó reducciones notorias ante el tratamiento ACI de *Py.tritici-repentis* en ambos años (7,6% en 2012 y 11,4% en 2013) con respecto al tratamiento SI.

Por otro lado, el tratamiento ACI de *P.triticina* no presentó diferencias significativas con los restantes en 2012 y exhibió reducciones en la RFAi del 9% con respecto a SI en 2013 (Figura 4.6 a y b; Tabla anexo 26). Por su parte, la RFAi en el periodo de post-floración (EC60-EC82) mostró una caída del 7,4% (2012) y 9,1% (2013) ante el tratamiento ACI de *Py.tritici-repentis*, en tanto que ante *P.triticina* no se detectaron diferencias en 2012 entre tratamientos de inoculación y presentó caídas de hasta el 15,3% cuando se comparó el tratamiento ACI con el SI en 2013 (Figura 4.6 a y b; Tabla anexo 28).



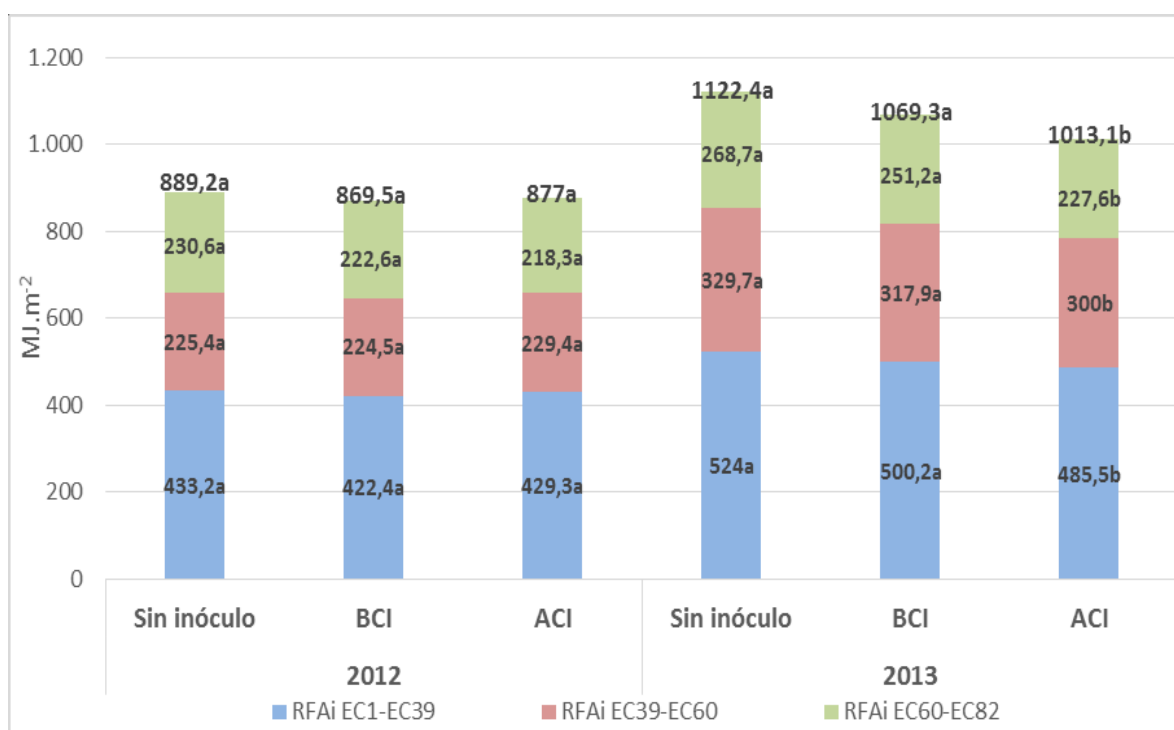


Figura 4.6 a y b. Radiación fotosintéticamente activa interceptada acumulada (EC1-EC82) y en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P.triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada subperiodo y tratamientos de inoculación son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

El efecto de las concentraciones de inóculo de las enfermedades evaluadas sobre la RFAa acumulada (EC1-EC82) y por subperiodos se expresa en la figuras 4.7 a y b. Al igual que lo indicado para la RFAi, se presentaron mayores valores de RFAa acumulada y en los subperiodos en el año 2013 y mayores caídas porcentuales con respecto al tratamiento SI ante aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* (Figura 4.7 a y b; Tabla 4.6; Tablas anexo 27 y 29).

La RFAa EC1-EC82 presentó disminuciones del 6% (BCI) y 18,6% (ACI) con respecto al tratamiento SI ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* en 2012 (Figura 4.7a). En ese año y cuando *P.triticina* fue el patógeno principal, el tratamiento ACI presentó una disminución del 9,7% en la RFAa acumulada con respecto a SI (Figura 4.7b). En el año 2013 se presentaron mayores diferencias porcentuales entre los tratamientos ACI y SI para ambos patógenos. Cuando MA fue la enfermedad principal, se detectaron reducciones de entre

8,5% (BCI) y 21,2% (ACI) con respecto a SI, en tanto que RH presentó caídas en la RFAa EC1-EC82 de hasta 15% en el tratamiento ACI (Figura 4.7 a y b; Tabla 4.6).

Para el subperiodo EC1-EC39 aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* provocaron caídas del 12,6% en el tratamiento ACI en 2012 y del 9,4% (BCI) al 17,5% (ACI) en 2013 al ser comparado con el tratamiento SI (Figura 4.7a). Teniendo en cuenta el mismo subperiodo, inoculaciones con *P.triticina* no presentaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación en 2012, en tanto que mostró una caída con respecto al tratamiento SI del 10,1% ante ACI en 2013 (Figura 4.7b). La RFAa EC39-EC60 presentó reducciones notorias ante el tratamiento ACI de *Py.tritici-repentis* en ambos años (17,6% en 2012 y 11,4% en 2013) con respecto al tratamiento SI (Figura 4.7a, Tabla anexo 27). Por otro lado, el tratamiento ACI de *P.triticina* presentó una caída en la RFAa del 11,9% en 2012 y del 14,1% con respecto a SI en 2013 (Figura 4.7b, Tabla anexo 27).

En el periodo de post-floración (EC60-EC82) se presentaron las mayores reducciones porcentuales con respecto al tratamiento SI ante aumentos en la concentración de inóculo de ambos patógenos para la RFAa (Figura 4.7a y b; Tabla anexo 29). Para MA, se detectaron disminuciones con respecto al tratamiento SI de entre 15,4% (BCI) y 33,7% (ACI) en 2012 y del 8,5 % (BCI) al 21,2% (ACI) en 2013 (Figura 4.7 a; Tabla anexo 29). Por su parte, inoculaciones de *P.triticina* presentaron caídas de hasta el 29,3% y 15% cuando se comparó el tratamiento ACI con el SI en 2012 y 2013, respectivamente (Figura 4.7 b; Tabla anexo 29).

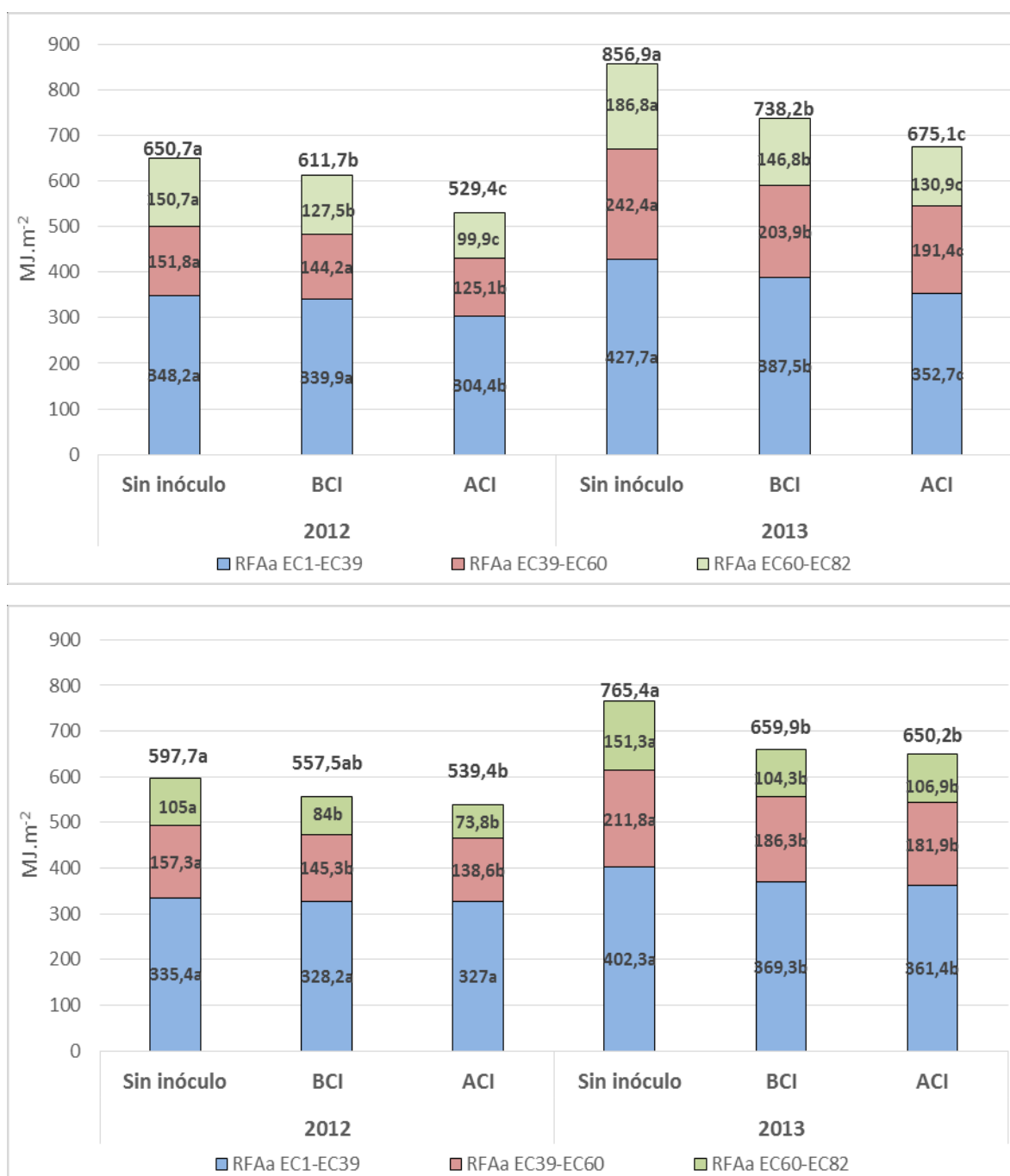


Figura 4.7 a y b. Radiación fotosintéticamente activa absorbida acumulada (EC1-EC82) y en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P. triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada subperiodo y tratamientos de inoculación son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

En las figuras 4.8a y b se presenta el comportamiento de los genotipos ante los diferentes tratamientos de inoculación con respecto a la RFAa acumulada (EC1-EC82) y en los subperiodos EC1-EC39, EC39-EC60 y EC60-EC82 (Figuras 4.8a y b; Tabla 4.6; Tablas anexo 27 y 29). En términos generales y en forma similar a lo indicado en las figuras anteriores (Figuras 4.7 a y b), se presentaron mayores valores de RFAa acumulada y por subperiodos en 2013 en tanto que aumentos en la concentración de inóculo (BCI y ACI) redujeron estas variables con respecto a SI, sin embargo son pocos los casos en que se detectaron diferencias significativas entre BCI y ACI.

La RFAa acumulada en ambos años presentó los mayores valores ante el tratamiento SI que a excepción de BioINTA 3004 (2012) y ACA 303 (2012) siempre presentó diferencias significativas con el tratamiento ACI. En este sentido, el cultivar Baguette 11 presentó las mayores diferencias entre tratamientos de inoculación en 2012, con una reducción en la RFAa EC1-EC82 de 25,5% cuando se comparó el tratamiento ACI con el SI. Teniendo en cuenta los mismos tratamientos, en 2013 el genotipo Baguette 17 presentó las mayores reducciones ante incrementos en la concentración de inóculo con 23,7%. Con respecto a la variación genotípica ante mismos tratamientos de inoculación, en 2012 y considerando el tratamiento SI, la radiación absorbida acumulada en EC1-EC82 (MJ.m^{-2}) varió entre 507,1 (LE 2330) a 677,1 (Klein Yarará); en tanto que para el tratamiento BCI fluctuó entre 446,4 (LE 2330) a 646,8 (ACA 303) y para el tratamiento ACI se presentaron valores de 425,3 (LE 2330) a 587,4 (SY100) (Figura 4.8a; Tabla 4.6). En 2013, el tratamiento SI obtuvo valores entre 654,6 (LE 2330) a 909,3 (Baguette 18); $584,4\text{MJ.m}^{-2}$ (LE 2330) a $750,6\text{MJ.m}^{-2}$ (ACA 303) para BCI y 526,8 (LE 2330) a 730,1 (ACA 315) para el tratamiento ACI (Figuras 4.8b; Tabla 4.6).

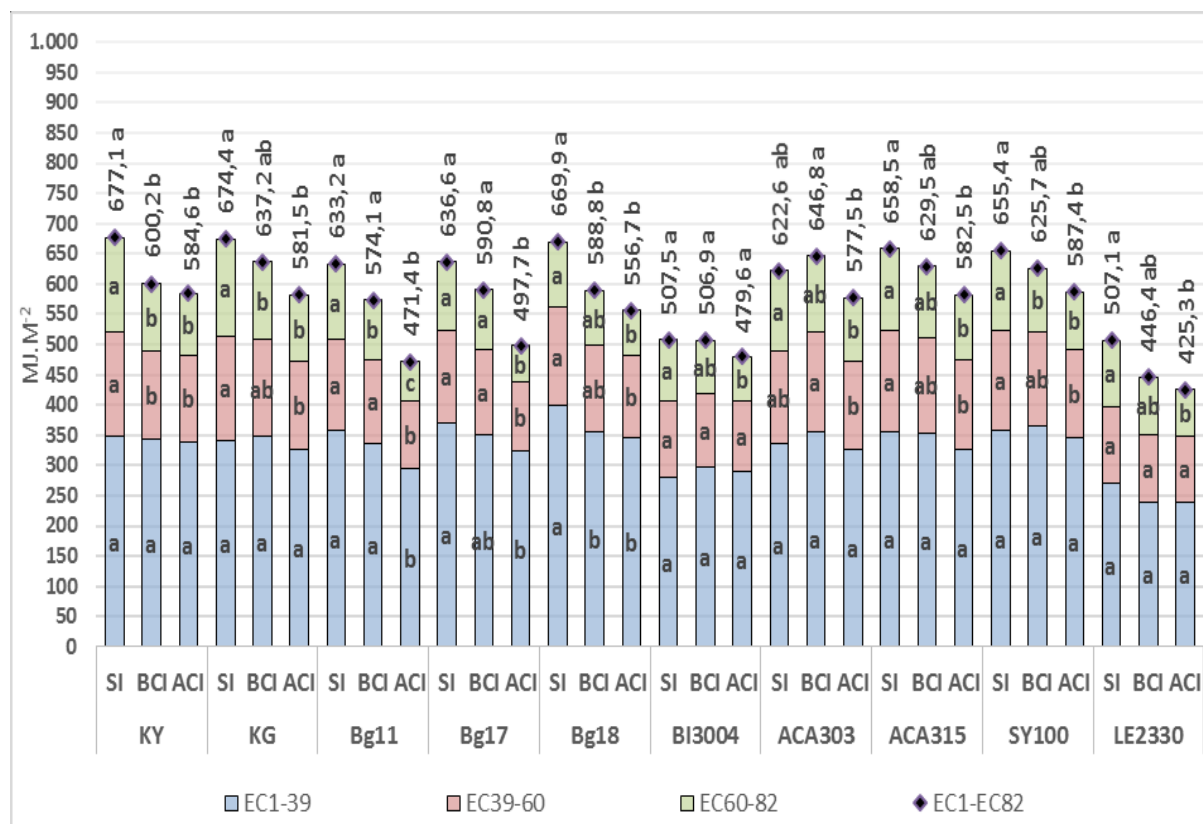
En EC1-EC39 sólo se presentaron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación en tres cultivares en 2012 (Baguette 11, Baguette 17, Baguette 18), en tanto que en 2013 a excepción de ACA 315 todos los genotipos presentaron menores valores de RFAa ante aumentos en la concentración de inóculo. En 2012, el cultivar Baguette 11 presentó las mayores reducciones (17,7%) cuando se comparó el tratamiento ACI con SI, en tanto que en 2013, BioINTA3004 fue el genotipo que presentó las mayores

disminuciones cuando se compararon estos tratamientos (20,3 %). En 2012 y considerando el tratamiento SI, la radiación absorbida (MJ.m^{-2}) por los genotipos varió entre 270,7 (LE 2330) a 399,8 (Baguette 18); en tanto que para el tratamiento BCI fluctuó entre 239,1 (LE 2330) a 364,6 (SY 100) y para ACI se presentaron valores de 239 (LE 2330) a 346,1 (Baguette 18) (Figura 4.8a). En 2013 se presentaron en términos generales mayores valores para los tres tratamientos de inoculación, en este sentido, SI obtuvo valores de entre 368,9 (LE 2330) a 443,5 (Baguette 18); $352,3\text{MJ.m}^{-2}$ (LE 2330) a $398,4\text{MJ.m}^{-2}$ (ACA 303) para BCI y 321,9 (LE 2330) a 403,3 (Baguette 18) para el tratamiento ACI (Figura 4.8b).

Para el subperiodo que media entre hoja bandera desplegada y antesis (EC39-60) aumentos en la concentración de inóculo generaron disminuciones en la RFAa EC39-EC60 con respecto al tratamiento SI, sin embargo únicamente Klein Guerrero (2013) evidenció diferencias significativas entre los tratamientos BCI y ACI, en tanto que los cultivares ACA 315 (2013), LE 2330 (2012), Bio INTA 3004 (2012), ACA 303 (2012) y SY 100 (2012) no exhibieron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación. Los genotipos que presentaron los mayores contrastes entre tratamientos de inoculación fueron Baguette 11 en 2012, con una disminución en la RFAa del 24,9% frente a inoculaciones con el tratamiento ACI con respecto al tratamiento SI (Figura 4.8a, Tabla anexo 27). En tanto que en 2013, el cultivar Baguette 17 evidenció una retracción del 27,3 % en la RFAa para el periodo EC39-EC60 ante el tratamiento ACI. En 2012 y considerando el tratamiento SI, la radiación absorbida en EC39-EC60 (MJ.m^{-2}) por los genotipos varió entre 125,9 (LE 2330) a 172,7 (Klein Guerrero); en tanto que para el tratamiento BCI fluctuó entre 112 (LE 2330) a 165,1 (ACA 303) y para el tratamiento ACI se presentaron valores de 109,8 (LE 2330) a 147,9 (ACA 315). En 2013, el tratamiento SI obtuvo valores entre 181,5 (LE 2330) a 257,1 (Baguette 17); 160MJ.m^{-2} (LE 2330) a $216,9\text{MJ.m}^{-2}$ (Klein Guerrero) para BCI y 157,9 (LE 2330) a 203,8 (Baguette 18) para el tratamiento ACI (Figura 4.8b, Tabla anexo 27).

Para el periodo de post-floración (EC60-EC82), se presentaron las mayores reducciones porcentuales ante aumentos en la concentración de inóculo con respecto al tratamiento SI de todos los subperiodos evaluados, sin embargo, únicamente Baguette 11 (2012) evidenció diferencias significativas entre todos los tratamientos y en el genotipo ACA 315 (2013) no se exhibieron diferencias significativas entre tratamientos de inoculación (Figura 4.8a y b;

Tabla anexo 29). Los genotipos que presentaron las mayores diferencias entre tratamientos de inoculación fueron Baguette 11 en 2012, con una disminución en la RFAa del 48,8 % frente a inoculaciones con el tratamiento ACI con respecto al tratamiento SI. En tanto que en 2013, el cultivar Baguette 18 evidenció una retracción del 49,8% en la RFAa para el periodo EC60-EC82 ante el tratamiento ACI. Para los tres tratamientos de inoculación, se presentaron mayores valores de RFAa en 2013. En 2012 y considerando el tratamiento SI, la radiación absorbida por los genotipos varió entre 102 (Bio INTA 3004) a 160,3 MJ.m⁻² (Klein Guerrero); en tanto que para el tratamiento BCI fluctuó entre 88,3 (Bio INTA 3004) a 129,7 (Klein Guerrero) y para ACI se presentaron valores de 59,4 (Baguette 17) a 107,9 (ACA 315) (Figura 4.8a; Tabla anexo 29). En 2013, el tratamiento SI obtuvo valores entre 104,3 (LE 2330) a 219,5 (Baguette 17); 72 MJ.m⁻² (LE 2330) a 168,2MJ.m⁻² (ACA 315) para BCI y 83 (LE 2330) a 164,2 (ACA 315) para el tratamiento ACI (Figura 4.8b; Tabla anexo 29).



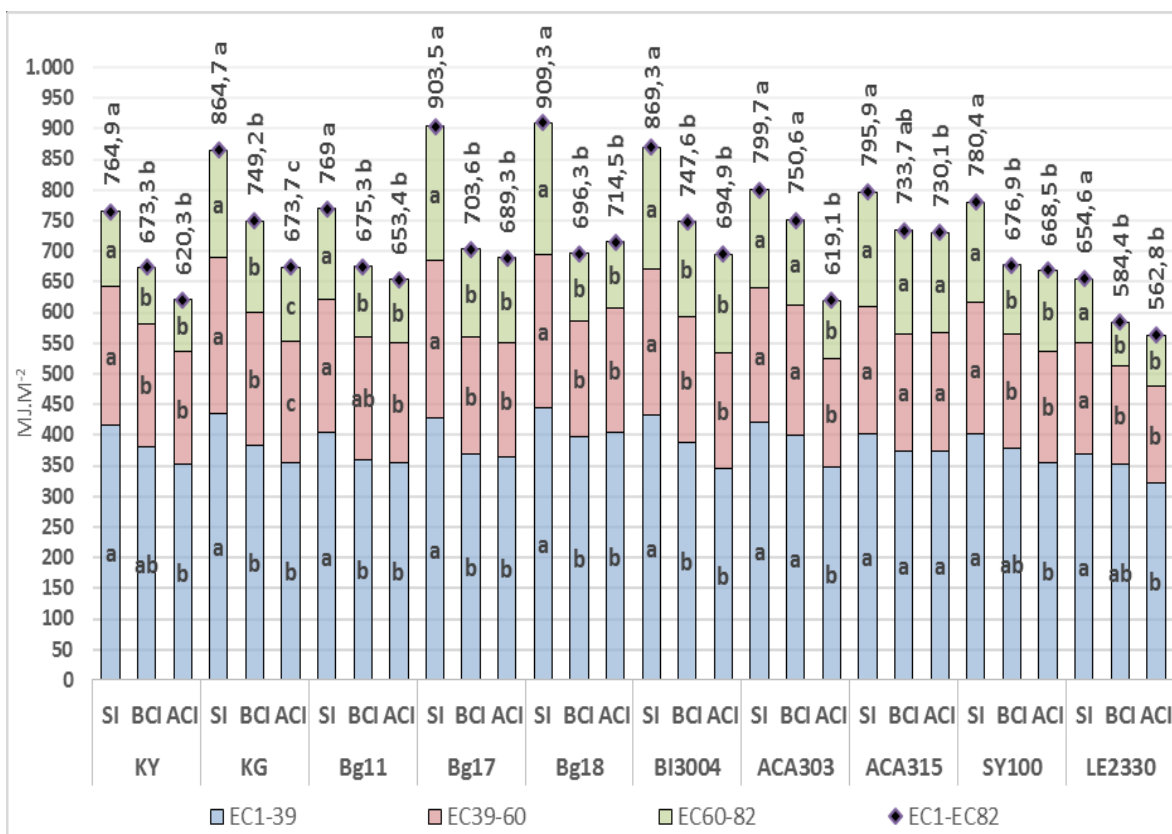


Figura 4.8 a y b. Radiación fotosintéticamente activa absorbida acumulada (♦EC1-EC82) en los subperiodos EC1-EC39 (azul), EC39-EC60 (rojo) y EC60-EC82 (verde) para la interacción *Año x Inoculación x Cultivar* para 2012 (Fig. a) y 2013 (Fig. b) en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* (Figura a) y *P.triticina* (Figura b), en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar y subperiodo son significativamente iguales (LSD p=0.05)

Tabla 4.5. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación interceptada acumulada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo en el periodo EC1-EC82 durante 2012 y 2103.

RFAi EC1-EC82 (MJ/m ²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	1026	982	945	984	960	957	951	956	1178	1167	986	1111	1149	1095	1075	1106
Klein Guerrero	926	954	873	918	936	941	938	939	1174	1088	947	1069	1185	1116	1044	1115
Baguette 11	923	971	796	897	899	820	821	847	1153	1075	959	1062	1107	1051	1001	1053
Baguette 17	938	973	857	923	926	871	861	886	1171	1094	1046	1103	1137	1092	1004	1078
Baguette 18	928	945	879	917	942	918	907	922	1190	1094	1059	1114	1149	1094	1033	1092
Bio INTA 3004	872	868	796	845	728	769	817	772	1190	1119	1044	1118	1116	1088	993	1065
ACA 303	899	980	830	903	889	887	908	894	1188	1137	1031	1119	1109	1069	1008	1062
ACA 315	915	988	878	927	938	947	941	942	1186	1151	1115	1151	1097	1054	1033	1061
SY 100	964	950	897	937	959	949	948	952	1162	1147	1095	1134	1113	1051	1018	1060
LE 2330	832	825	749	802	716	636	678	676	1109	1102	1019	1077	1061	984	922	989
Promedio Inoculación	922	944	850		889	870	877		1170	1117	1030		1122	1069	1013	
Promedio Patógeno	905				879				1106				1068			
Promedio 2012	892															
Promedio 2013	1087															
LSD †	Año = 186,74* ; Inoculación =28,306* ; Cultivar= 27,375** ; Año x Inoculación= 163,18* ; Patógeno x Inoculación = 91,511 ₣ ; Año x Cultivar=156,42** ; Patógeno x Cultivar=91,593** ; Año x Patógeno x Cultivar= 146,03 ₣															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ₣; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 4.6. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación absorbida acumulada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con en diez cultivares de trigo en el periodo EC1-EC82 durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

RFAa EC1-EC82 (MJ/m ²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	717	638	610	655	637	563	559	587	790	706	616	704	740	641	624	668
Klein Guerrero	707	656	569	644	641	618	594	618	883	727	633	748	846	771	715	777
Baguette 11	633	596	459	563	634	552	484	557	835	682	642	720	703	669	665	679
Baguette 17	665	635	490	597	608	546	505	553	946	732	705	794	861	675	673	737
Baguette 18	687	612	562	621	652	566	550	589	981	761	742	828	838	631	687	719
Bio INTA 3004	578	524	455	519	437	490	504	477	909	801	723	811	830	695	667	731
ACA 303	634	669	543	615	611	624	613	616	823	803	617	748	776	698	622	699
ACA 315	642	642	582	622	675	617	583	625	852	790	756	799	739	677	704	707
SY 100	699	630	575	634	612	621	600	611	808	723	717	749	753	631	620	668
LE 2330	545	515	449	503	469	378	402	416	742	657	601	666	567	512	525	535
Promedio Inoculación	651	612	529		598	558	539		857	738	675		765	660	650	
Promedio Patógeno	597				565				757				692			
Promedio 2012	581															
Promedio 2013	724															
LSD †	Año = 145,19 ‡ ; Inoculación =17,653** ; Cultivar= 25,436**; Año x Inoculación= 131,96*; Patógeno x Inoculación = 89,050*; Año x Cultivar= 116,75** ; Patógeno x Cultivar= 88,548* ; Inoculación x Cultivar= 44,901* ; Año x Inoculación x Cultivar= 109,29 ‡															

4.3.3. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (EURint) y absorbida (EURabs)

En cuanto a la eficiencia en el uso de la radiación, tanto los *Patógenos* como los *Cultivares* influenciaron en forma significativa ambas variables. Para la EURint, se encontraron diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno* y entre los tratamientos de *Inoculación*. Por su parte, tanto la interacción *Año x Cultivar* como *Patógeno x Cultivar* influyeron en forma significativa la EURabs (Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Valores *p* (ANVA) de Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (EURint) y absorbida (EURabs) para 2012 y 2103 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	EUR interceptada	EUR absorbida
Año (A)	1	(0,995)	(0,367)
Error A	2	0,645	2,771
Patógeno (Pa)	1	(0,002)	(0,017)
A x Pa	1	(0,089)	(0,223)
Error B	4	0,444	2,187
Inoculación (In)	2	(0,018)	(0,286)
A x In	2	(0,751)	(0,314)
Pa x In	2	(0,556)	(0,283)
A x Pa x In	2	(0,962)	(0,896)
Error C	16	0,589	1,871
Cultivar (Cu)	9	(0,086)	(<0,001)
A x Cu	9	(0,185)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(0,124)	(0,099)
In x Cu	18	(0,99)	(0,845)
A x Pa x Cu	9	(0,466)	(0,639)
A x In x Cu	18	(0,93)	(0,761)
Pa x In x Cu	18	(0,944)	(0,726)
A x Pa x In x Cu	18	(0,993)	(0,984)
Error D	216	0,253	0,815
Total	359		

[†] P>F

Se hallaron diferencias significativas para la interacción *Año x Patógeno* para la variable EURint. En 2012, inoculaciones con *P.triticina* generaron caídas en esta variable con respecto a *Py.tritici repentis* de 35,6%, por su parte, en 2013, estas disminuciones fueron del 20,8% (Figura 4.9). En un mismo sentido, la EURabs mostró una tendencia a mayores reducciones de esta variable frente a inoculaciones con *P.triticina* en relación a *Py.tritici-*

repentis en ambos años. Estas disminuciones llegaron hasta 24,9% en 2012 y en torno al 13,2% para el año 2013 (Figura 4.9).

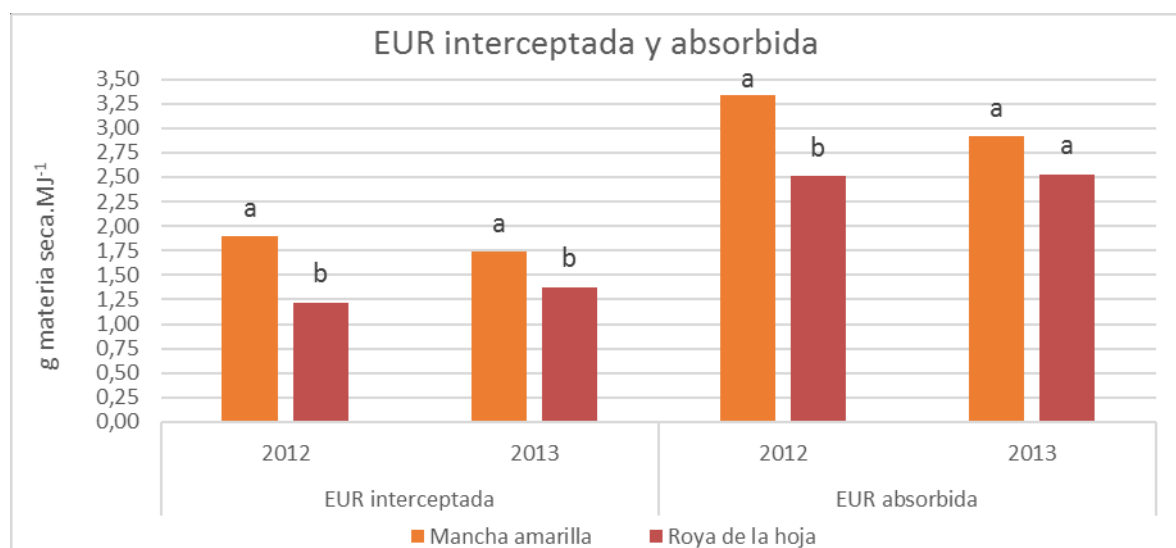


Figura 4.9. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada y absorbida promedio para la interacción *Año x Patógeno* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada año son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Tanto la EURint como la EURabs mostraron diferencias significativas para la interacción *Patógeno x Cultivar*. La EURint mostró una tendencia en la cual nueve de los cultivares evaluados mostraron una disminución en la EURint cuando el patógeno biotrófico *P. triticina* fue inoculado (Figura 4.10a y b; Tablas 4.8 y 4.9). Se revelaron importantes diferencias entre los genotipos evaluados siendo el rango de valores (g.MJ^{-1}) para MA desde 1,52 (Bio INTA 3004) a 1,96 (Klein Yará y Baguette 18), en tanto que para RH se evidenciaron valores notablemente inferiores que fluctuaron entre 0,94 (SY 100) a 1,55 (Klein Yará) (Figura 4.10a). Para la EURabs cuatro de los cultivares evaluados (Baguette 11, Baguette 17, ACA 303 y SY 100) presentaron una disminución notoria cuando el patógeno biotrófico *P. triticina* fue inoculado en comparación a inoculaciones con *Py. tritici-repentis*. Se revelaron importantes diferencias entre los cultivares evaluados y patógenos siendo el rango de valores (g.MJ^{-1}) para *Py. tritici-repentis* desde 2,70 (Bio INTA 3004) a 3,48 (LE 2330), en tanto que para *P. triticina* se evidenciaron valores notablemente inferiores que fluctuaron entre 1,82 (SY 100) y 3,17 (LE 2330) (Figura 4.10b).

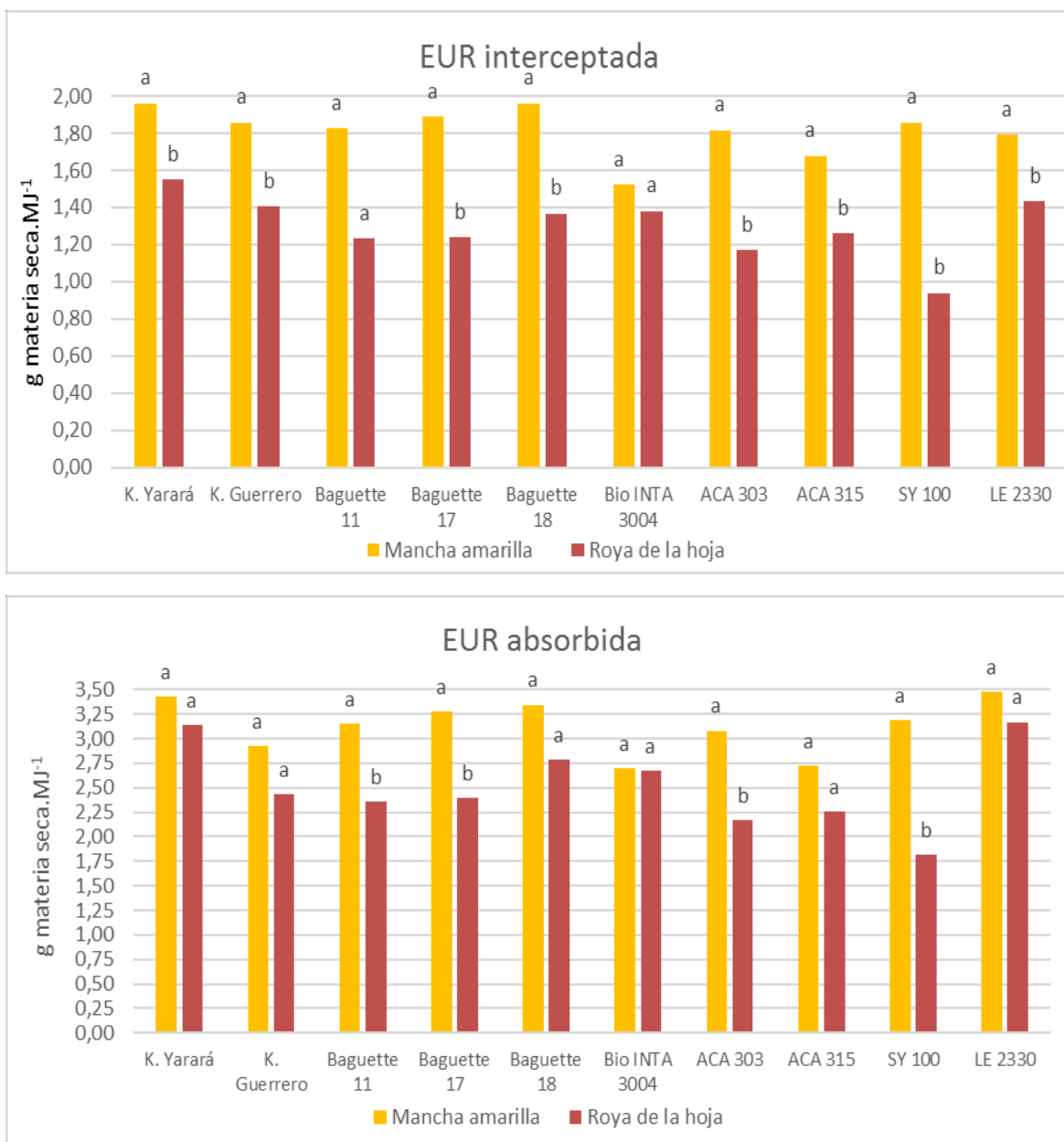


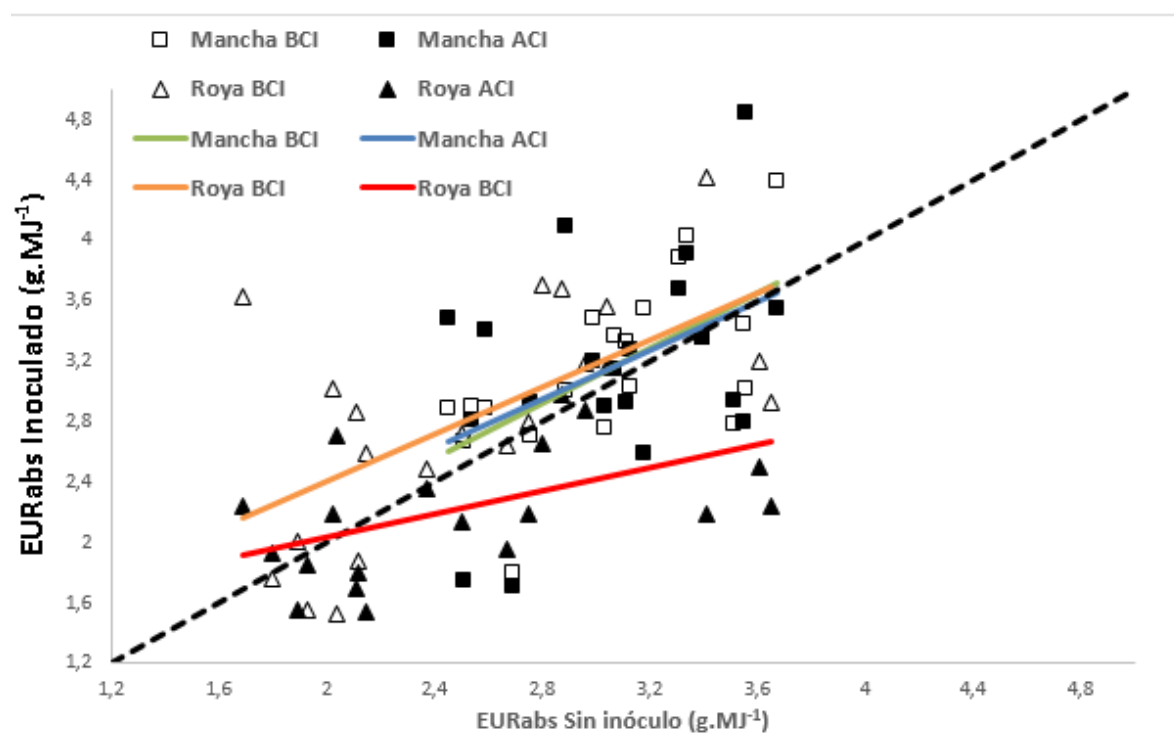
Figura 4.10 a y b. Eficiencia en el uso de la radiación interceptada promedio (Figura a) y Eficiencia en el uso de la radiación absorbida promedio (Figura b) para la interacción *Patógeno x Cultivar* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013. Medias seguidas por la misma letra dentro de cada cultivar son significativamente iguales (LSD $p=0.05$)

Tabla 4.8. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Eficiencia en el uso de la radiación interceptada en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

EURint (g/MJ)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	2,25	2,22	2,05	2,18	1,70	1,72	1,30	1,57	1,78	1,80	1,67	1,75	1,91	1,52	1,16	1,53
Klein Guerrero	1,86	1,72	1,99	1,86	1,25	1,60	1,06	1,30	2,13	1,72	1,73	1,86	1,63	1,66	1,26	1,51
Baguette 11	2,01	1,99	1,19	1,73	1,10	0,70	0,82	0,87	2,07	1,86	1,85	1,93	1,95	1,57	1,26	1,59
Baguette 17	2,23	1,63	2,05	1,97	1,29	1,30	0,88	1,16	2,02	1,78	1,64	1,81	1,52	1,41	1,03	1,32
Baguette 18	2,06	2,14	1,92	2,04	1,43	1,76	1,08	1,42	1,96	1,75	1,94	1,88	1,14	1,53	1,26	1,31
BIOINTA 3004	1,59	1,51	1,84	1,64	1,53	1,63	1,29	1,48	1,94	1,12	1,08	1,38	1,48	1,45	0,92	1,28
ACA 303	2,19	1,99	1,97	2,05	1,17	0,96	0,87	1,00	1,67	1,69	1,39	1,58	1,46	1,39	1,12	1,32
ACA 315	2,06	1,65	1,90	1,87	1,12	0,81	1,27	1,07	1,67	1,71	1,09	1,49	1,62	1,52	1,22	1,45
SY 100	2,27	2,00	1,50	1,92	0,88	0,80	0,89	0,86	1,97	1,71	1,69	1,79	1,12	1,03	0,83	0,99
LE 2330	2,11	1,45	1,52	1,69	1,56	1,57	1,26	1,46	2,04	1,98	1,65	1,89	1,47	1,71	1,04	1,41
Promedio Inoculación	2,06	1,83	1,79		1,30	1,28	1,07		1,92	1,71	1,57		1,53	1,48	1,11	
Promedio Patógeno	1,89				1,22				1,74				1,37			
Promedio 2012	1,56															
Promedio 2013	1,55															
LSD †	Patógeno= 0,195* ; Inoculación =0,210* ; Cultivar= 0,234 ₣; Año x Patógeno= 0,290 ₣															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ₣; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Para la interacción *Patógeno* \times *Inoculación* se observó que tanto la EURint como la EURabs fue afectada en mayor proporción ante incrementos en la concentración de inóculo de *P.triticina* (Figura 4.11 a y b; Tablas 4.8 y 4.9). En este sentido, la EURabs no presentó reducciones con respecto al tratamiento SI ante incrementos en la concentración de inóculo de *Py. tritici-repentis*, en tanto que ante *P. triticina* el tratamiento ACI presentó una disminución promedio del 11,2% con respecto al tratamiento SI, comportamiento que puede claramente visualizarse en las rectas de ajuste (Figura 4.11a; Tabla 4.9). Por su parte y siguiendo un comportamiento similar, la EURint exhibió mayor reducción promedio de hasta el 23% ante el tratamiento ACI de *P.triticina*, en tanto que ante *Py.tritici-repentis* las reducciones llegaron al 15,6% con el aumento de la concentración de inóculo (Figura 4.11b; Tabla 4.8).



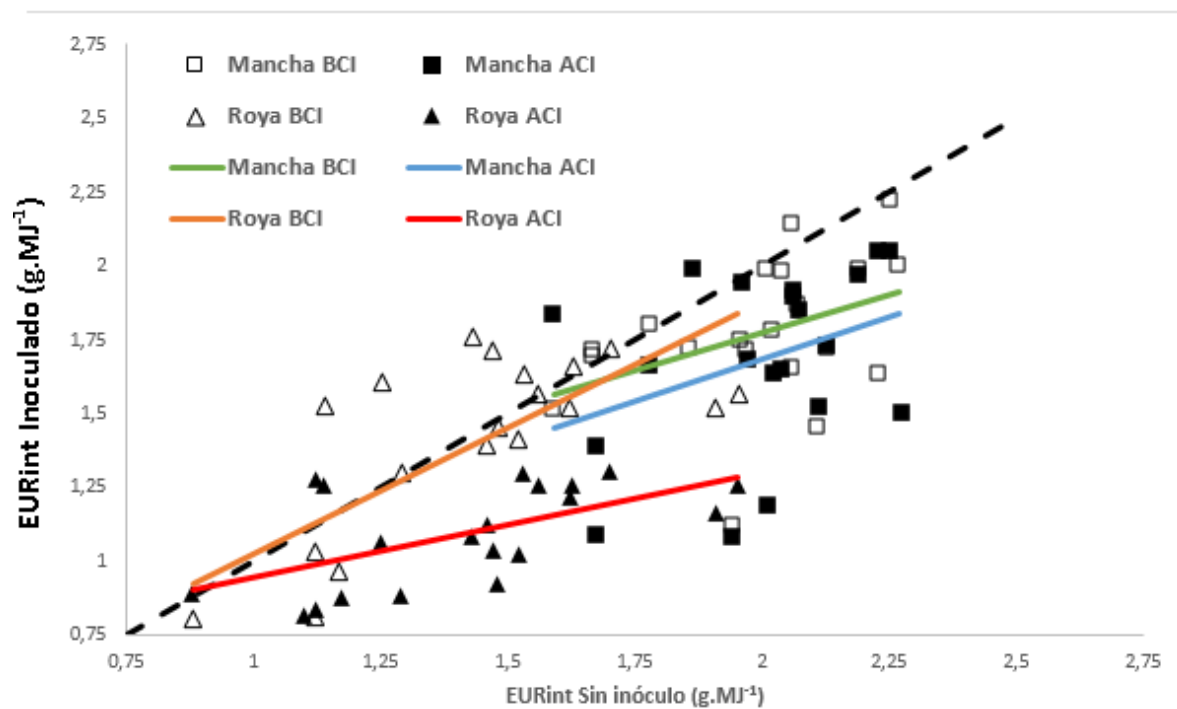


Figura 4.11 a y b. Eficiencia en el uso de la radiación absorbida (Figura a) y Eficiencia en el uso de la radiación interceptada (Figura b) y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

Tabla 4.9. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Eficiencia en el uso de la radiación absorbida en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

EURabs (g/MJ)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	3,31	3,88	3,68	3,62	2,87	3,68	2,97	3,17	2,99	3,48	3,20	3,22	3,61	3,20	2,50	3,11
Klein Guerrero	2,59	2,88	3,40	2,96	2,02	3,02	2,19	2,41	3,03	2,76	2,90	2,90	2,50	2,72	2,14	2,45
Baguette 11	3,18	3,55	2,59	3,11	1,93	1,55	1,85	1,78	3,07	3,37	3,14	3,19	3,65	2,92	2,24	2,94
Baguette 17	3,56	3,02	4,84	3,81	2,75	2,79	2,18	2,57	2,54	2,90	2,81	2,75	2,11	2,86	1,69	2,22
Baguette 18	3,34	4,03	3,91	3,76	2,80	3,70	2,65	3,05	2,45	2,88	3,48	2,93	1,69	3,63	2,24	2,52
BIOINTA 3004	2,89	3,00	4,09	3,33	3,04	3,56	3,16	3,25	2,69	1,80	1,71	2,06	2,15	2,59	1,54	2,09
ACA 303	3,40	3,35	3,35	3,37	2,12	1,87	1,80	1,93	2,76	2,71	2,93	2,80	2,37	2,49	2,35	2,40
ACA 315	3,13	3,03	3,28	3,15	2,04	1,53	2,70	2,09	2,51	2,66	1,74	2,30	2,67	2,64	1,95	2,42
SY 100	3,55	3,44	2,79	3,26	1,80	1,76	1,92	1,83	3,11	3,33	2,92	3,12	1,89	2,01	1,55	1,81
LE 2330	3,51	2,78	2,94	3,08	2,96	3,18	2,87	3,00	3,67	4,39	3,55	3,87	3,41	4,41	2,19	3,34
Promedio Inoculación	3,25	3,30	3,49		2,43	2,66	2,43		2,88	3,03	2,84		2,60	2,95	2,04	
Promedio Patógeno	3,34				2,51				2,92				2,53			
Promedio 2012	2,93															
Promedio 2013	2,72															
LSD †	Patógeno= 0,432* ; Cultivar= 0,419**; Año x Cultivar= 0,690**; Patógeno x Cultivar= 0,650*															

4.4 Discusión

Bajo las condiciones exploradas en el presente trabajo, incrementos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* provocaron reducciones en la generación de biomasa de 7,2 a 25,2%, detectándose importantes variaciones entre años y estadios, con una tendencia a mayores disminuciones de esta variable en EC39 y EC60 ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis*. En EC82 fue *P.triticina* el que mostró mayores reducciones, lo que se explica por el aumento que tuvo la RH en post-floración (mayores niveles de ABCPE y % AFNV) que provocó mayores reducciones en la tasa de crecimiento del cultivo ante inoculaciones con este patógeno. En este sentido, Waggoner y Berger (1987) y Bancal *et al.* (2007) afirmaron que las enfermedades foliares afectan la producción de biomasa al reducir el IAFV y IAFV, como consecuencia de aumentos en la senescencia foliar (Bergamin Filho *et al.*, 1997; Jesus Junior *et al.*, 2001) tanto en las hojas del vástago principal como del estrato de macollos (Lim y Gaunt, 1986; Whelan *et al.*, 1997). Simón *et al.* (2011) documentaron disminuciones en la biomasa aérea del trigo a partir del estadio EC23 (pleno macollaje) frente a infecciones naturales causadas por *Py.tritici-repentis* con respecto a testigos protegidos. En coincidencia con los resultados del presente trabajo se comprobaron mayores reducciones en EC39 ante inoculaciones con este patógeno (con caídas del 15,9% en la biomasa ante aumentos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* vs. 8,1% de reducción ante *P.triticina*) que estarían explicadas por las mayores disminuciones de la RFAa en EC1-EC39 (9,4% a 17,5% para MA vs. 0 a 10,1% para RH) y del IAFV (27% para MA vs. 16,9% ante RH). De manera similar, Sharma *et al.* (2004) evaluando el comportamiento a *Py.tritici-repentis* de 60 cultivares primaverales de distinta procedencia encontraron disminuciones en la biomasa a cosecha de 2% a 24% frente a testigos protegidos. Ante infecciones naturales causadas por *P.triticina* y *S.tritici*, Robert *et al.* (2004) reportaron importantes caídas en la materia seca de los tallos en post-floración que explicaron las reducciones en la biomasa aérea del cultivo. Por su parte, Serrago *et al.* (2009) y Carretero *et al.* (2010) evidenciaron disminuciones en la producción de biomasa en post-floración ante inoculaciones de *P.triticina* y un complejo de enfermedades causadas por *Py.tritici-repentis*, *S. tritici* y *A. triticina*, lo que coincide con los resultados encontrados en este trabajo para los estadios de EC60 y EC82.

Ante aumentos en la presión de inóculo de ambos patógenos se detectaron importantes disminuciones en la RFAi durante todo el ciclo del cultivo, con caídas que fluctuaron entre 7,9% y 12% para MA y hasta 9,7% para RH; en tanto que para RFaA esas disminuciones fueron de 18,6% a 21,2% para MA y de 9,7% a 15% para RH con respecto al tratamiento SI, siendo para ambas variables más importantes las reducciones porcentuales ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*. Tanto la RFAi como la RFaA sufrieron similar comportamiento en EC39-60 (periodo en el cual está incluida gran parte de la “etapa crítica” para la definición del rendimiento) y en EC60-EC82 (etapa donde se lleva a cabo el llenado de granos). Este último estadio mostró las mayores reducciones porcentuales por parte de los patógenos con respecto al tratamiento SI debido a que las enfermedades se manifestaron en mayor medida en post-floración, diferencias que resultaron más notorias cuando *Py.tritici-repentis* fue el patógeno preponderante. Concordando con Bancal *et al.* (2007), a partir de los efectos de las enfermedades foliares sobre la disminución de la biomasa aérea en trigo, es de esperar una pérdida tanto en la Ei como en la RFAi en comparación con tratamientos no inoculados, como las que fueron halladas en este trabajo donde se detectaron caídas en la RFAi desde estadios tempranos. Sumado a esto, Serrago *et al.* (2009) y Carretero *et al.* (2011) demostraron que ante epidemias conjuntas de patógenos foliares en post-antesis, del total de la RFAi por un cultivo enfermo parte de esta fue capturada por área foliar enferma o senescente (IAFNV), produciéndose una reducción en la radiación que es efectivamente absorbida por área foliar verde y funcional (Ea) y que posteriormente es utilizada para producir fotoasimilados y finalmente materia seca. Estos autores documentaron que la RFaA por el cultivo en post-antesis disminuyó 34% en tratamientos enfermos con respecto a tratamientos no inoculados asociado con caídas en el IAFV y DAFV ante tratamientos que presentaron mayores niveles de enfermedad. Bajo las condiciones exploradas en este trabajo, la RFaA en post-floración fue afectada hasta un 31,6% ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y hasta 29,4% ante tratamientos ACI de *P.triticina*. Coincidiendo con lo descripto anteriormente, Gallagher *et al.*, (1975), Monteith (1977), y Fischer (1985) documentaron que existe una estrecha relación entre la generación de biomasa con la cantidad de radiación solar absorbida por tejidos verdes, por lo que parte de la caída en la producción de biomasa ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y

P.triticina documentada en este trabajo se sustenta por las disminuciones tanto en la RFAi como de RFAa, que provocaron consecuentemente caídas en la tasa de crecimiento del cultivo de hasta el 23,9% (mancha amarilla) y de 28,9% ante roya de la hoja..

La EURint y EURabs fueron atributos diferencialmente afectados por los patógenos evaluados, siendo *P.triticina* el que provocó mayores reducciones de ambas variables con disminuciones de 20,8 a 35,6% en la EURint y de 13,2 a 24,9% en la EURabs cuando fue comparado con inoculaciones de *Py.tritici-repentis*. Si bien los tratamientos SI no estuvieron libres de enfermedad, cuando se los comparó con el tratamiento ACI, *P.triticina* mostró una reducción de 11,2% en la EURabs y de 23% en la EURint, en tanto que *Py.tritici-repentis* no evidenció reducciones en la EURabs y mostró una caída de 15,6% en la EURint, comportamientos que pudieron confirmarse en las rectas de regresión de la interacción *Patógeno x Inoculación x Cultivar*. El efecto de las enfermedades foliares sobre la eficiencia en el uso de la radiación ha tenido resultados contradictorios entre diversos autores. Bryson *et al.* (1997) sugirieron que las caídas en el rendimiento del cultivo de trigo por efecto de la presencia de roya amarilla (*P. striiformis*) fueron explicadas en mayor proporción por caídas en la intercepción de radiación y no por disminuciones de la EUR. Siguiendo esta postura, Bancal *et al.* (2007) tampoco observaron diferencias en la EUR entre cultivos de trigo sanos y enfermos con roya de la hoja (*P.triticina*) y septoriosis de la hoja (*S. tritici*). En discordancia con estos autores, existen otros trabajos que revelan efectos negativos de las enfermedades foliares sobre la EUR en diversos patosistemas (Johnson, 1987). Olesen *et al.* (2002) documentaron caídas en la EUR ante infecciones generadas por *S. tritici* en trigo. Por su parte Madeira *et al.* (1994) mencionaron que las mermas en la producción de materia seca en *Vicia faba*, debidas a la presencia de *Ascochyta fabae* Speg. (teleomorfo: *Didymella fabae* Jellis & Punith), fueron explicadas en mayor proporción por reducciones en la EUR que por cambios en la DAFV. En el mismo sentido, Beasse *et al.* (2000) encontraron que las reducciones en el crecimiento de un cultivo de arvejas (*Pisum sativum*) fueron el resultado de disminuciones de la EUR más que de reducciones en la Ei ante la presencia de *Mycosphaerella pinodes* (Berk. & A. Bloxam) Vesterg. (anamorfo: *Ascochyta pinodes* L.K. Jones). Ante infecciones conjuntas de *P.triticina*, *Py.tritici-repentis* y *S.tritici*, Serrago *et al.* (2009) documentaron caídas pronunciadas en la EUR en trigo

cuando *P.triticina* fue la enfermedad predominante. Concordando con estos autores y coincidiendo con Robert *et al.* (2005), tanto la EURint como la EURabs evidenciaron diferencias de acuerdo al hábito nutricional del patógeno considerado (biotrófico vs. necrotrófico), detectándose caídas significativas en esta variable ante inoculaciones con *P.triticina*. Estas diferencias podrían deberse a la interacción particular que los patógenos biotróficos establecen con las células del hospedante ya que producen profundos cambios en la fisiología de los hospedantes, al parasitar las células vivas provocando reducciones en la capacidad fotosintética de las hojas, aumentos en la tasa respiratoria y disminuciones en la tasa de translocación de los órganos afectados (Robert *et al.*, 2004). Según Gooding *et al.* (2000) la falta de efectos de los patógenos necrotróficos sobre la EUR estaría explicada por los limitados efectos sobre la fotosíntesis, ya que no interactúan con células vivas, sin embargo, se caracterizan por una importante reducción en el aparato fotosintético de la planta acelerando la senescencia de las hojas debido a la necrosis foliar y que provoca una menor producción de fotoasimilados que podrán ser utilizados para la síntesis de materia seca.

Capítulo 5

“Influencia de mancha amarilla y roya de la hoja sobre el rendimiento y sus componentes”

5.1 Introducción

Las enfermedades fúngicas foliares constituyen la principal restricción biótica que afecta la expresión de los rendimientos y la calidad del cultivo de trigo en todo el mundo (Oerke y Dehne, 1997; Annone *et al.*, 2001; Simón *et al.*, 2002; Oerke y Dehne, 2004; Duveiller *et al.*, 2007; Carretero, 2011). Trabajos realizados en nuestro país para estimar el efecto que las enfermedades tienen sobre el rendimiento, evidenciaron mermas de hasta 40-50% para RH y de 20% para MA (Annone *et al.*, 1994; Galich y Galich, 1994; Carmona *et al.*, 1999), sin embargo estas reducciones muestran una importante variabilidad influenciada principalmente por condiciones ambientales, susceptibilidad del material genético y momento ontogénico del cultivo en que se produjeron los ataques (Serrago, 2010)

El rendimiento del cultivo de trigo puede expresarse a través de la cantidad de biomasa generada y la proporción de ésta que es particionada hacia los órganos reproductivos (van der Werf, 1996). A su vez, otro enfoque para la determinación del rendimiento es el que tiene en cuenta el producto de los componentes numéricos que lo conforman (número de granos por unidad de superficie -NGT- y el peso de grano). En función al momento del ciclo del cultivo en que ocurre la infección, las enfermedades foliares pueden afectar el NESP (Leitch y Jenkins, 1995; Simón *et al.*, 2002) -asociada generalmente a epifitias tempranas de patógenos que sobreviven en rastrojo-; el NGE (Madden y Nutter, 1995) y el PMG (Simón *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2004; Ishikawa *et al.*, 2011), esta última asociada con infecciones en post-floración.

En este cultivo, el periodo que media entre el inicio del activo crecimiento de la espiga y el breve periodo inmediatamente posterior a la floración, en el cual el tallo y la espiga crecen en forma conjunta, es crucial para la definición del rendimiento debido a que se define su componente principal, el NGT (Fischer, 1985; Miralles y Slafer, 1999; Borrás *et al.*, 2004). Durante este período, el cultivo se encuentra fuertemente limitado por la capacidad fotosintética por lo que el mantenimiento de área foliar sana (DAFV) durante dicho periodo es fundamental para proveer de asimilados a la espiga e incrementar la fertilidad de las mismas (Miralles *et al.*, 2000; Serrago *et al.*, 2008; Serrago, 2010), por lo que la presencia de enfermedades foliares durante el periodo crítico provocará, dependiendo del nivel de reducción del IAF que generen, mermas en el rendimiento debido a reducciones en el NGT, asociadas a una menor tasa de crecimiento del cultivo (Rees *et al.*, 1981; Yang y Zeng, 1989). La importancia de este período respecto del control de enfermedades se pone de manifiesto por las frecuentes y consistentes respuestas en rendimiento encontradas por la aplicación de fungidas en estadios cercanos a la aparición de la hoja bandera en lotes de producción de trigo de la Región Pampeana Argentina (Carretero, 2011).

Frente a estas incógnitas este capítulo se plantea las siguientes **hipótesis**:

- *La mancha amarilla disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que produce en la biomasa (fundamentalmente en la RFAi y RFAa) y su translocación al grano*
- *La roya de la hoja disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que *P. triticina* produce en la biomasa (a través de disminuciones en la RFAi, RFAa, EURint y EURabs) y su translocación al grano*

Objetivo específicos.

- Evaluar el efecto de inoculaciones de *P.triticina* sobre el rendimiento de trigo y sus componentes numéricos
- Evaluar el efecto de inoculaciones de *Py. tritici-repentis* sobre el rendimiento de trigo y sus componentes numéricos

5.2 Materiales y métodos

Para responder las hipótesis planteadas, se determinaron a cosecha los componentes de rendimiento: El NESP mediante el conteo en tres fracciones de 1 m lineal en cada parcela y el NGE por trilla de 20 espigas de cada parcela que fueron utilizados para calcular el número de granos.m⁻² (NGT). Por su parte, el PMG se calculó mediante el conteo y peso de los granos obtenidos por la trilla de 20 espigas. Asimismo se cosechó por parcela y repetición un surco de 5,5 m (1,1 m²) como estimador del rendimiento a cosecha.

El análisis de datos se realizó mediante un ANVA para parcelas divididas mediante el programa GenStat 12th Edition. Las medias se compararon mediante el test LSD (P=0,05).

5.3 Resultados

5.3.1 Rendimiento y componentes

El rendimiento y sus componentes fueron influenciados diferencialmente y en forma significativa por los *Cultivares* y las interacciones *Año x Cultivar* y *Año x Patógeno x Cultivar*. Por su parte, los *Años* de evaluación influyeron en forma significativa en el PMG, en tanto que los tratamientos de *Inoculación* provocaron diferencias en NGT, el PMG y el rendimiento. Para la interacción *Año x Inoculación* se hallaron diferencias significativas para el NGE (Tabla 5.1).

El PMG estuvo influenciado en forma significativa por las interacciones *Patógeno x Inoculación*, *Inoculación x Cultivar* y *Año x Inoculación x Cultivar*. Por su parte, la interacción *Patógeno x Cultivar* evidenció diferencias significativas para el NGE y el rendimiento (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Valores *p* (ANVA) de rendimiento y sus componentes para 2012 y 2013 en un ensayo inoculado con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P. triticina* en diez cultivares de trigo

Fuente de Variación	G.L.	Granos.m ⁻²	Granos.espiga ¹	PMG	Rendimiento
Año (A)	1	(0,129)	(0,600)	(0,014)	(0,365)
Error A	2	2.963E+08	99,16	39,930	13089715
Patógeno (Pa)	1	(0,852)	(0,412)	(0,390)	(0,854)
A x Pa	1	(0,580)	(0,108)	(0,655)	(0,813)
Error B	4	1.003E+08	156,28	75,013	6682751
Inoculación (In)	2	(0,019)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x In	2	(0,541)	(0,002)	(0,106)	(0,805)
Pa x In	2	(0,503)	(0,335)	(0,008)	(0,488)
A x Pa x In	2	(0,321)	(0,414)	(0,143)	(0,179)
Error C	16	3.764E+07	31,13	2,744	1733704
Cultivar (Cu)	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
A x Cu	9	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)	(<0,001)
Pa x Cu	9	(0,195)	(0,030)	(0,291)	(0,002)
In x Cu	18	(0,900)	(0,297)	(<0,001)	(0,77)
A x Pa x Cu	9	(0,001)	(0,007)	(0,006)	(<0,001)
A x In x Cu	18	(0,39)	(0,450)	(0,066)	(0,801)
Pa x In x Cu	18	(0,490)	(0,390)	(0,416)	(0,915)
A x Pa x In x Cu	18	(0,354)	(0,675)	(0,767)	(0,957)
Error D	216	6.909E+06	12,53	2,754	632472
Total	359				

Los tratamientos de inoculación influenciaron en forma significativa el rendimiento y sus componentes (NGE, PMG y NGT). En este sentido, el NGT presentó importantes reducciones ante incrementos en la concentración de inóculo de los patógenos evaluados,

explicado principalmente por caídas en el NGE, al no detectarse diferencias en el NESP ante la presencia de patógenos. Cuando se comparó el tratamiento SI con el de ACI, el NGT disminuyó de 17582 granos.m⁻² a 15044 granos.m⁻², lo que implica una merma del 14,4% (Tabla 5.4).

El NGE mostró diferencias significativas para la interacción *Año x Inoculación* explicado por la reducción de esta variable con el incremento en la concentración de inóculo, exhibiendo una respuesta más marcada en 2013. En los dos años, los tratamientos BCI y ACI presentaron disminuciones significativas en esta variable, sin embargo no se detectaron diferencias entre estos tratamientos. En 2012 y comparado con el tratamiento SI (35,9 granos/espiga), los tratamientos BCI y ACI disminuyeron el NGE un 6,65% y 8,33%, respectivamente. En 2013 se detectaron caídas más pronunciadas en esta variable ante aumentos en la concentración de inóculo con disminuciones de 17,4% (BCI) y 22,4% (ACI) con respecto al tratamiento SI (40 granos/espiga) (Tabla 5.3). Por su parte, el PMG presentó una disminución promedio con respecto al tratamiento SI (35,3 g) que fluctuó entre 6,4% (tratamiento BCI) y 7,9% (tratamiento ACI) (Tabla 5.2). El rendimiento evidenció reducciones significativas ante los tratamientos BCI y ACI, sin presentar diferencias significativas entre éstos. Con respecto al tratamiento SI (5735 Kg.ha⁻¹), la reducción en el rendimiento fue de 15,2% para el tratamiento BCI y de 19,9% con respecto al tratamiento ACI (Tabla 5.5).

El PMG exhibió diferencias significativas para la interacción *Patógeno x Inoculación*. Como se observa en la figura 5.1, el aumento en la concentración de inóculo generó reducciones significativas en ambos patógenos con respecto al tratamiento SI, sin embargo y como puede visualizarse en las líneas de tendencia, inoculaciones con *P.triticina* provocaron mayores reducciones porcentuales con respecto al tratamiento SI (Figura 5.1, Tabla 5.2). Cuando *Py. tritici repentis* fue el patógeno principal, se detectó un merma en el PMG frente al tratamiento SI (34,4g) de 6,25% (BCI) y 4,30% (ACI). Para inoculaciones de *P.triticina*, la disminución del PMG frente a aumentos en el nivel de inóculo fueron de 9,40% (BCI) y 8,07% (ACI) con respecto a SI (36,2 g), no detectándose diferencias

significativas entre estos tratamientos, comportamiento que se visualiza en la superposición en las líneas de tendencia de estos tratamientos (Figura 5.1, Tabla 5.2)

Para el NGE, la interacción *Patógeno x Inoculación* mostró una tendencia en la cual inoculaciones con *P.triticina* provocaron mayores disminuciones en el NGE ante incrementos en la concentración de inóculo en comparación a *Py.tritici-repentis*, comportamiento que puede visualizarse en las rectas de regresión donde se expresa el efecto de tratamientos BCI y ACI de cada patógeno con respecto a los tratamientos SI (Figura 5.2; Tabla 5.3). En este sentido incrementos en la concentración de inóculo de *P.triticina* provocaron disminuciones de 13,2% (BCI) y 18,7% (ACI) con respecto al tratamiento SI (37,8 granos/espiga). Por otro lado, cuando se compararon los mismos tratamientos ante *Py.tritici-repentis*, las reducciones en el NGE fueron de 12,4% y 12,9% ante los tratamientos BCI y ACI con respecto al tratamiento SI (38,1 granos/espiga) (Figura 5.2; Tabla 5.3).

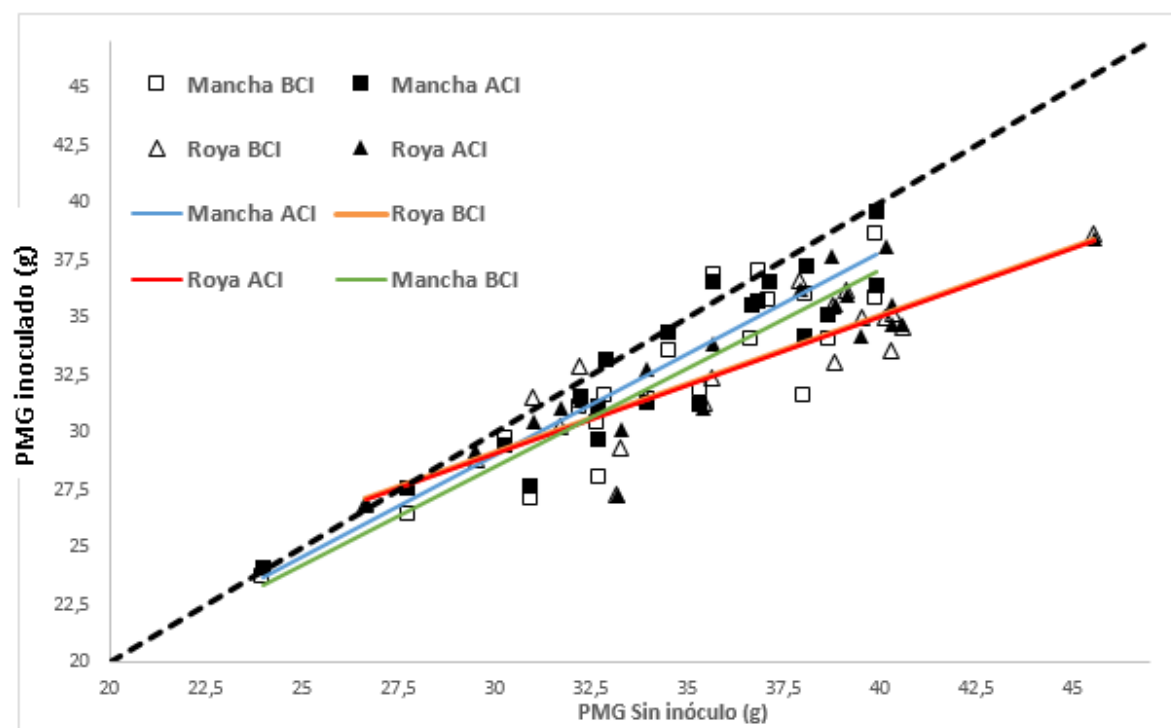


Figura 5.1. Peso de mil granos y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

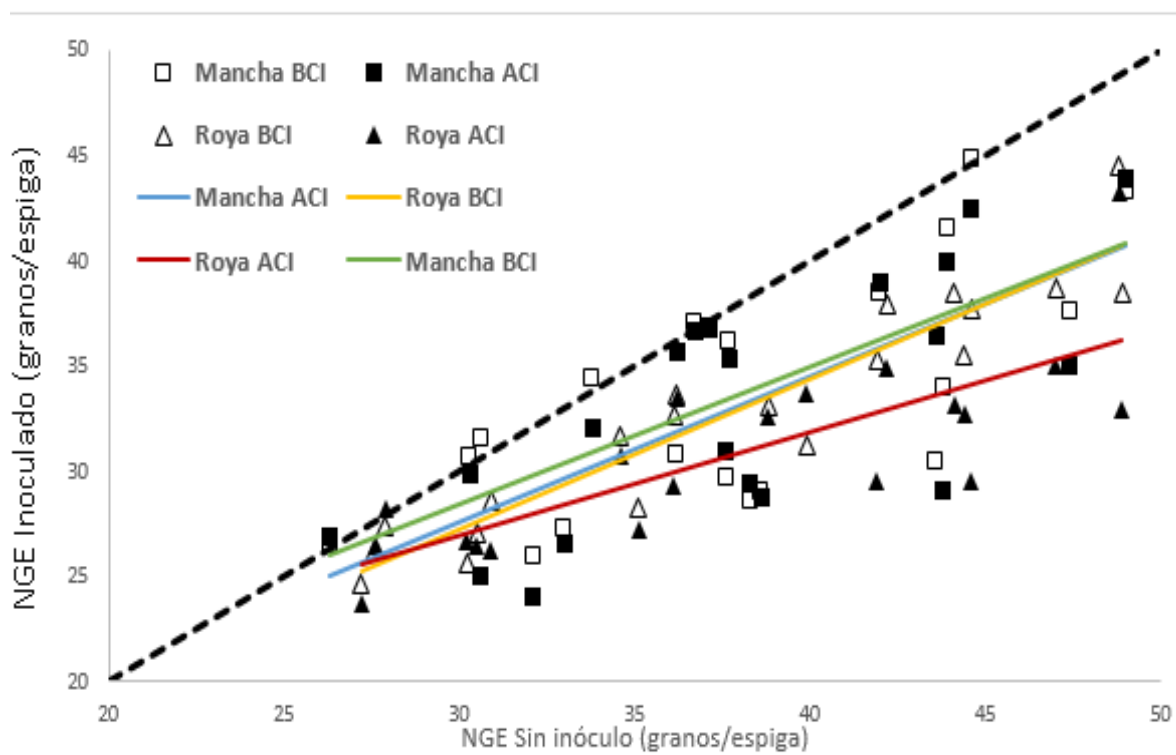


Figura 5.2. Número de granos por espiga y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

Para el rendimiento y el NGT también la tasa de disminución en ambas variables en los tratamientos enfermos fue más pronunciada en el tratamiento con ACI de *P.triticina*. Sin embargo se observó que esta disminución fue manifiesta con altos números de granos.m⁻², que condujeron a altos rendimientos. En los valores más bajos los tratamientos sanos y enfermos presentan valores similares (Figura 5.3 y 5.4; Tablas 5.4 y 5.5)

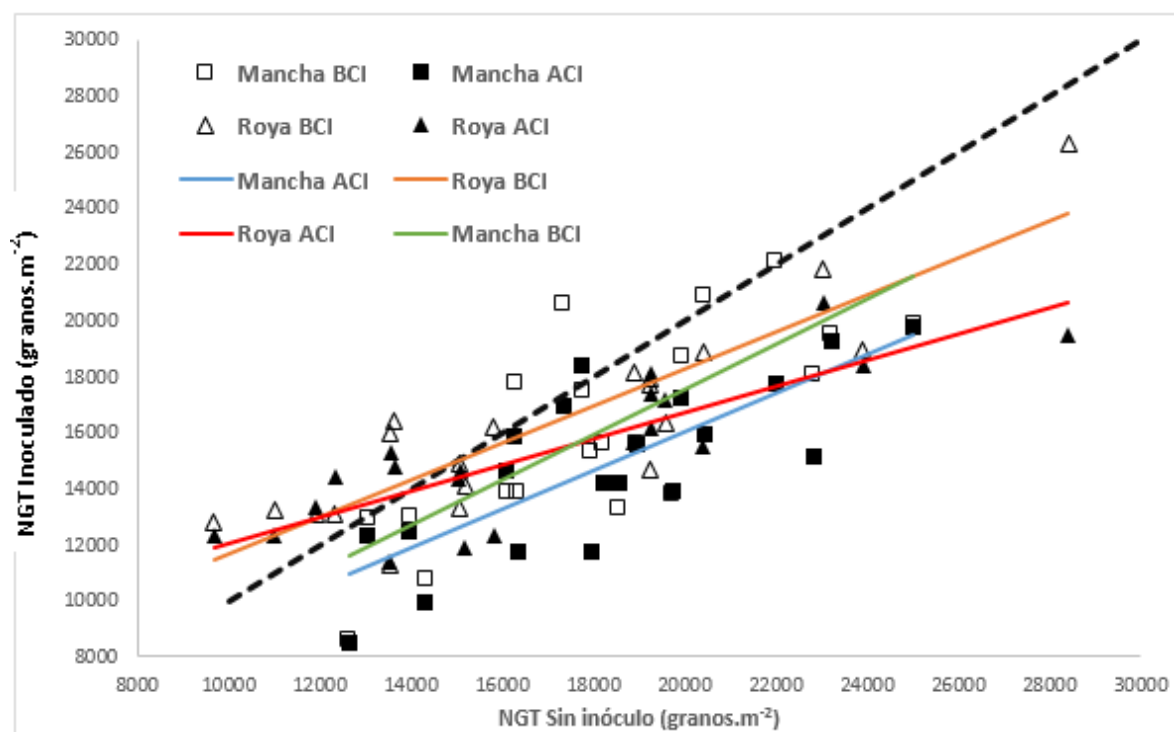


Figura 5.3. Número de granos.m⁻² y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*, en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

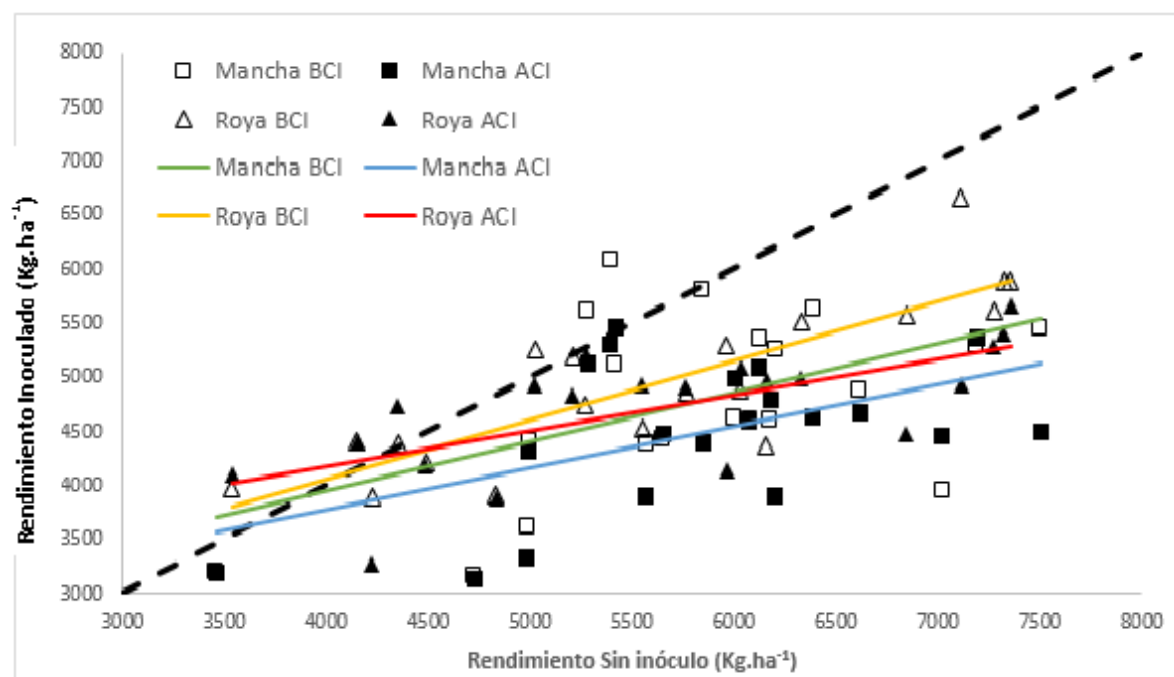


Figura 5.4. Rendimiento promedio y rectas de regresión para la interacción *Patógeno x Inoculación* en un ensayo de trigo inoculado con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diferentes tratamientos de inoculación y diez cultivares durante 2012 y 2013.

Tabla 5.2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Peso de mil granos en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

	Peso de mil granos (PMG)															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	32,7	28,0	29,7	30,1	33,3	29,3	30,1	30,9	37,1	35,8	36,6	36,5	39,1	36,2	36,0	37,1
Klein Guerrero	32,7	30,4	31,2	31,4	35,4	31,3	31,0	32,6	39,9	38,7	39,6	39,4	45,6	38,6	38,5	40,9
Baguette 11	30,3	29,7	29,4	29,8	31,0	31,6	30,5	31,0	36,7	34,1	35,5	35,4	39,5	35,0	34,2	36,2
Baguette 17	32,2	31,1	31,6	31,6	32,2	32,9	31,4	32,2	38,7	34,0	35,1	35,9	40,3	35,2	35,5	37,0
Baguette 18	30,9	27,2	27,7	28,6	33,2	27,2	27,2	29,2	38,0	31,6	34,2	34,6	40,3	33,6	34,7	36,2
Bio INTA 3004	27,7	26,4	27,6	27,2	29,5	28,8	29,2	29,2	38,1	36,0	37,2	37,1	38,8	35,5	37,6	37,3
ACA 303	34,5	33,6	34,4	34,2	35,7	32,3	33,9	34,0	36,8	37,0	35,8	36,5	37,9	36,6	36,2	36,9
ACA 315	34,0	31,4	31,3	32,2	33,9	31,5	32,7	32,7	35,7	36,9	36,5	36,4	38,8	33,1	35,5	35,8
SY 100	35,3	31,9	31,2	32,8	40,6	34,6	34,7	36,6	39,9	35,9	36,4	37,4	40,1	35,0	38,1	37,8
LE 2330	24,0	23,7	24,1	23,9	26,7	26,9	26,9	26,8	32,9	31,6	33,2	32,6	31,7	30,3	31,0	31,0
Promedio Inoculación	31,4	29,3	29,8		33,1	30,6	30,8		37,4	35,2	36,0		39,2	34,9	35,7	
Promedio Patógeno	30,2				31,5				36,2				36,6			
Promedio 2012	30,9															
Promedio 2013	36,4															
LSD †	Año = 2,866* ; Inoculación =0,453** ; Cultivar= 0,771**; Patógeno x Inoculación = 0,641*; Año x Cultivar= 1,09** ; Inoculación x Cultivar= 1,335**; Año x Patógeno x Cultivar= 1,542*; Año x Inoculación x Cultivar= 1,888 ‡															

Tabla 5.3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Número de granos.espiga⁻¹ en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

	Número de granos por espiga (NGE)															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedi o Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	33,8	34,4	32,1	33,5	27,6	26,3	26,5	26,8	38,3	28,6	29,4	32,1	36,1	32,7	29,3	32,7
Klein Guerrero	44,6	44,8	42,5	44,0	42,2	37,9	34,9	38,3	43,6	30,5	36,4	36,8	48,9	38,5	32,9	40,1
Baguette 11	37,1	36,8	36,8	36,9	27,9	27,4	28,2	27,8	37,6	29,7	31,0	32,8	38,8	33,1	32,6	34,8
Baguette 17	36,7	37,0	36,7	36,8	39,9	31,2	33,7	34,9	38,6	29,0	28,8	32,1	44,4	35,5	32,7	37,5
Baguette 18	43,9	41,6	40,0	41,8	36,2	33,6	33,5	34,4	42,0	38,5	39,0	39,8	47,0	38,7	35,0	40,2
Bio INTA 3004	26,3	26,5	26,9	26,5	27,2	24,7	23,7	25,2	43,8	34,0	29,1	35,6	44,6	37,7	29,5	37,3
ACA 303	30,3	30,7	29,9	30,3	30,9	28,6	26,2	28,6	30,6	31,6	25,0	29,1	35,1	28,3	27,2	30,2
ACA 315	33,0	27,3	26,6	28,9	30,2	25,6	26,7	27,5	32,1	26,0	24,1	27,4	30,5	27,1	26,5	28,0
SY 100	37,7	36,2	35,4	36,5	34,6	31,7	30,7	32,3	36,2	30,8	35,7	34,2	41,9	35,3	29,5	35,5
LE 2330	49,0	43,3	43,9	45,4	48,8	44,5	43,3	45,5	47,4	37,6	35,0	40,0	44,1	38,5	33,2	38,6
Promedio Inoculación	37,2	35,9	35,1		34,5	31,1	30,7		39,0	31,6	31,3		41,1	34,5	30,8	
Promedio Patógeno	36,1				32,1				34,0				35,5			
Promedio 2012	34,1															
Promedio 2013	34,7															
LSD †	Inoculación =1,527** ; Cultivar= 1,645** ; Año x Inoculación= 3,432* ; Año x Cultivar= 3,470** ; Patógeno x Cultivar= 3,776* ; Año x Patógeno x Cultivar= 4,814*															

Tabla 5.4. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Número de granos.m⁻² en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

	Número de granos.m ⁻² (NGT)															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	23206	19559	19267	20677	19246	17693	18110	18350	14309	10804	9963	11692	15074	13300	14666	14347
Klein Guerrero	19931	18707	17284	18641	20399	18911	15548	18286	12629	8588	8526	9914	12324	13058	14419	13267
Baguette 11	20424	20899	15925	19083	19571	16357	17198	17709	16331	13897	11769	13999	13542	15954	15304	14933
Baguette 17	17760	17504	18433	17899	23901	18957	18418	20425	18199	15634	14244	16026	15824	16202	12308	14778
Baguette 18	21987	22100	17784	20624	23043	21809	20652	21835	19732	13843	13948	15841	13643	16412	14794	14950
Bio INTA 3004	13049	12916	12301	12755	15178	14139	11935	13751	13960	13024	12480	13155	11918	13127	13372	12806
ACA 303	16263	17778	15887	16643	18874	18140	15667	17560	17944	15354	11725	15008	13536	11289	11421	12082
ACA 315	18959	15644	15605	16736	19243	14716	16156	16705	18564	13324	14217	15368	9688	12790	12331	11603
SY 100	22818	18116	15125	18686	19264	17917	17386	18189	16103	13884	14649	14879	11012	13257	12318	12196
LE 2330	25010	19863	19807	21560	28409	26329	19509	24749	17333	20631	16967	18310	15058	14909	14351	14773
Promedio Inoculación	19941	18309	16742		20713	18497	17058		16510	13898	12849		13162	14030	13528	
Promedio Patógeno	18330				18756				14419				13573			
Promedio 2012	18543															
Promedio 2013	13996															
LSD †	Cultivar= 1221**; Inoculación= 1679**; Año x Cultivar= 1727** ; Año x Patógeno x Cultivar= 4211**															

† LSD de factores significativos (p<0,10)†; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 5.5. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Rendimiento en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

	Rendimiento kg.ha ⁻¹															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	7193	5286	5364	5947	6033	4872	5079	5328	4982	3621	3335	3979	5547	4516	4934	4999
Klein Guerrero	6125	5347	5076	5516	6843	5562	4475	5627	4724	3170	3137	3677	5273	4743	5205	5074
Baguette 11	5845	5809	4400	5351	5765	4867	4906	5179	5569	4381	3896	4615	5022	5244	4934	5067
Baguette 17	5419	5115	5467	5334	7321	5875	5398	6198	6614	4887	4663	5388	5963	5298	4129	5130
Baguette 18	6388	5631	4633	5551	7273	5616	5275	6055	7020	3956	4450	5142	5209	5188	4828	5075
Bio INTA 3004	3461	3195	3185	3280	4224	3885	3267	3792	4996	4401	4326	4574	4351	4387	4730	4489
ACA 303	5283	5613	5126	5340	6329	5518	4980	5609	6201	5257	3902	5120	4834	3916	3882	4211
ACA 315	6077	4612	4599	5096	6160	4358	4969	5162	6180	4602	4788	5190	3535	3969	4107	3870
SY 100	7504	5444	4493	5814	7356	5889	5652	6299	6005	4631	4982	5206	4150	4395	4397	4314
LE 2330	5651	4426	4482	4853	7111	6650	4924	6228	5392	6084	5297	5591	4487	4211	4175	4291
Promedio Inoculación	5895	5048	4683		6441	5309	4893		5768	4499	4278		4837	4587	4532	
Promedio Patógeno	5208				5548				4848				4652			
Promedio 2012	5378															
Promedio 2013	4750															
LSD †	Inoculación =511** ; Cultivar= 401**; Año x Cultivar= 567** ; Patógeno x Cultivar= 1126 ‡ ; Año x Patógeno x Cultivar= 1592**															

5.4 Discusión

Las enfermedades foliares evaluadas generaron reducciones notorias en el rendimiento ante aumentos en la concentración de inóculo ensayadas, con mermas con respecto al tratamiento SI de 15,2% para el tratamiento BCI y de 19,9% ante el tratamiento ACI. Si bien la influencia de *Py.tritici repentis* y *P.triticina* sobre el rendimiento del trigo ha sido ampliamente documentada a nivel mundial, son escasos los trabajos que han tratado de explicar esta disminución tanto por reducciones en los componentes numéricos que lo conforman como por los cambios que estos patógenos producen en los sistemas responsables de la producción y distribución de asimilados dentro de la planta, temáticas abordadas en el capítulo 4 de la presente tesis. Con respecto a la disminución del rendimiento frente a patógenos foliares, Wegulo *et al.* (2012) comprobaron reducciones del 27-42% en el rendimiento frente a infecciones conjuntas ocasionadas por *Py.tritici-repentis* y *S.tritici*. Sharma y Duveiller (2006) reportaron pérdidas en el rendimiento de hasta un 38% ante infecciones de *Py.tritici-repentis* y *Bipolaris sorokiniana*. En tanto que Luz (1984) encontró pérdidas de hasta 43% ante epifitias naturales de estos dos patógenos en Brasil. En un mismo sentido, Rees *et al.* (1982) documentó reducciones en el rendimiento de 49% bajo condiciones favorables para el desarrollo de MA en Australia, en tanto que en Estados Unidos, se reportaron caídas cercanas a 15% en parcelas inoculadas con este patógeno frente a testigos protegidos (Evans *et al.*, 1999). Sharma *et al.* (2004) evaluando la resistencia a *Py.tritici-repentis* de 60 cultivares primaverales de distinta procedencia encontraron disminuciones en el rendimiento de 2% a 26% frente a testigos protegidos. En Argentina, Carmona *et al.* (1998) verificaron en ensayos de eficiencia de fungicidas un aumento entre 22 y 55% con respecto a testigos enfermos con *Py.tritici repentis*. En tanto que Serrago (2010) estudiando diferentes años y ambientes encontró disminuciones en el rendimiento de 17 a 47% frente a infecciones de patógenos hemibiotróficos y necrotróficos (*S.tritici* y *Py.tritici-repentis*) y biotróficos (*P.triticina*). Por su parte, infecciones naturales causadas por RH y septoriosis de la hoja produjeron disminuciones en el rendimiento de 50% frente a parcelas con fungicida (Robert *et al.*, 2004). Recientemente, Serrago *et al.*

(2014) reportaron caídas en el rendimiento de 25% frente a inoculaciones con *P.triticina* con respecto a testigos protegidos.

Bajo las condiciones exploradas en este trabajo, no se detectaron disminuciones en el NESP ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis* y *P.triticina*. Esto podría deberse a que la disminución de este componente está asociada generalmente a epifitias en estadios fenológicos tempranos (ej. macollaje) y generalmente relacionada con patógenos que sobreviven en rastrojo (Leitch y Jenkins, 1995; Simón *et al.*, 2002). En este trabajo, las enfermedades tuvieron una baja incidencia en estadios tempranos y presentaron un mayor desarrollo a partir de EC60, explicada por las condiciones ambientales más propicias para su desarrollo. Estos resultados indican que la caída en el NGT ante aumentos en la concentración de inóculo de los patógenos foliares se explica fundamentalmente por caídas en el NGE y no por variaciones en el NESP.

Coincidiendo con nuestros resultados, Varga *et al.* (2005) no encontraron caídas en el NESP frente a epidemias naturales de *S.tritici* y *P. striiformis* en trigo. En el mismo sentido, otras evidencias de la literatura (Shabeer y Bockus 1988, Carignano *et al.*, 2008, Robert *et al.*, 2004) utilizando inoculaciones y/o infecciones naturales no observaron caídas en el NESP. En contraposición, Ronis *et al.* (2009) documentó que caídas en el NESP ante epidemias causadas por *Py.tritici-repentis* y *S.tritici* estuvieron explicadas por condiciones predisponentes tempranas para el desarrollo de estas enfermedades y por la utilización de cultivares susceptibles a estos patógenos. En un mismo sentido, Simón *et al.* (2002, 2011) documentaron caídas de 4 a 14% en esta variable ante infecciones tempranas generadas por *S.tritici* que influenciaron la producción y supervivencia de macollos.

El NGE fue uno de los componentes del rendimiento más afectado por *Py.tritici repentis* y *P.triticina* provocando importantes reducciones en el NGT, principal componente del rendimiento (Fischer, 1985; Miralles y Slafer, 1999; Borrás *et al.*, 2004). Según Madden y Nutter (1995) el efecto de los patógenos sobre el NGE se asocia con infecciones en post-floración. Se detectó una importante variabilidad en la reducción de esta variable con el aumento del inóculo entre años, llegando a un 8,3% ante el tratamiento ACI en 2012 frente a un 22,4% en 2013, para el mismo tratamiento frente al tratamiento SI. Cuando fueron

comparados los efectos de la concentración de inóculo de los patógenos, se detectó una tendencia a mayor disminución en el NGE ante *P.triticina* con reducciones de hasta 18,7% ante el tratamiento ACI en relación al tratamiento SI, en tanto que ante *Py.tritici-repentis* esta caída fue de hasta 12,9% cuando se compararon estos tratamientos. Coincidiendo con Rees y Platz (1982) y Shabeer y Bockus (1988) y en discordancia con Kelley (2001), Varga *et al.* (2005) y Carignano *et al.* (2008), el tratamiento SI presentó mayores valores de NGE comparado con tratamientos enfermos. En un mismo sentido, Simón *et al.* (2002) documentaron caídas en el NGE de 11 a 15% frente a inoculaciones de *S.tritici*. Por su parte, Simón *et al.* (2011) reportaron disminuciones en el NGE comparado con tratamientos sin inocular ante inoculaciones de *Py.tritici-repentis*. Ante infecciones naturales causadas por *P.triticina* y *S.tritici*, Robert *et al.* (2004) reportaron caídas en el NGE cercanas a 14% con respecto a testigos sanos.

De manera similar al NGE, reducciones en el PMG ante epifitias de patógenos fúngicos foliares han sido asociadas con infecciones en post-floración (Simón *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2004; Ishikawa *et al.*, 2011). Los menores valores en PMG detectados en 2012 con respecto a 2013 (30,85 g vs. 36,39 g), estuvieron explicados por la epifitia generada por *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch (*Fusarium graminearum* Schwabe) en este año, que ha sido asociado con disminuciones en esta variable, debido a la formación de granos poco desarrollados, arrugados y de bajo peso (Kohli *et al.*, 1995). En este sentido, los cultivares Bio INTA 3004 (41,8% de incidencia en granos), Baguette 17 (11,8%) y Baguette 18 (12,9%) fueron los genotipos más afectados por esta epifitia en 2012. En este trabajo, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* redujeron el PMG hasta un 6,25% frente al tratamiento SI, en tanto que *P.triticina* produjo caídas de hasta 9,40%. Dentro de los componentes del rendimiento, la disminución en el PMG ante infecciones generadas por patógenos foliares en trigo ha sido ampliamente documentada (Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002; Ishikawa *et al.*, 2011). Coincidiendo con Kelley (1993, 2001), Carignano *et al.* (2008) y Simón *et al.* (2011), tratamientos enfermos presentaron disminuciones en esta variable en comparación a tratamientos que no fueron inoculados. En este sentido, Simón *et al.* (1996) observaron reducciones de 1 a 13 % en el peso de grano ante ataques tardíos de *S. tritici*. Similares respuestas fueron reportadas por Bancal *et al.* (2008) y Varga *et al.*

(2005) ante infecciones naturales generadas por *P.triticina* y *S.tritici*. Sharma *et al.* (2004) evaluando el comportamiento a *Py.tritici-repentis* de 60 cultivares primaverales de distinta procedencia encontraron disminuciones en el PMG desde 2,6% a 33% frente a testigos protegidos. Por su parte, Serrago *et al.* (2011) encontraron caídas en el PMG de 8,5% ante infecciones en post-antesis generadas por *P.triticina*, *Py.tritici-repentis* y *S.tritici*. Ante epidemias causadas por *P.triticina* y *S.tritici*, Robert *et al.* (2004) documentaron caídas en el PMG de 38-40%. Recientemente, Serrago *et al.* (2014) reportaron disminuciones en el peso del grano (mg) de hasta 25% frente a inoculaciones de *P.triticina*, presentando las mayores reducciones aquellos granos localizados en posiciones distales de espiguillas centrales. En este sentido, varios autores indican que la cantidad de asimilados disponible por grano fijado (relación fuente/destino) puede ejercer un efecto en el impacto de las enfermedades sobre el PMG (Gooding *et al.*, 1994; Pepler *et al.*, 2006, Serrago *et al.*, 2011). Los asimilados (fuente) para el crecimiento de los granos (destino) provienen principalmente de la fotosíntesis de las hojas (fotosíntesis actual), también de órganos como las espigas (Maydup *et al.*, 2010) y en caso que la fuente fotosintética sea insuficiente para completar el llenado el cultivo puede removilizar las reservas almacenadas en los tallos (Gallagher *et al.*, 1975; Bingham *et al.*, 2009). En este sentido, se debe considerar que en aquellas situaciones con relaciones fuente/destino más deprimidas, ya sea por poca fuente (fotosíntesis foliar afectada o bajo nivel de reservas en tallo) o por alto destino (alto número de granos fijados), habrá mayores efectos en el peso de granos por la presencia de enfermedades durante el período de llenado (Serrago *et al.*, 2011), sin embargo debería tenerse en cuenta que en estos casos la fotosíntesis de la espiga podría actuar como “buffer” e incrementar el peso de los granos (Maydup *et al.*, 2010). Este comportamiento fue encontrado en los cultivares Baguette 18 y Baguette 17, que presentaron altos NGE, NGT y mayores caídas en el PMG ante incrementos en la concentración de inóculo, en particular ante inoculaciones con *P.triticina*, respuesta que podría estar explicada por una limitación en la disponibilidad de asimilados (limitación por fuente).

Capítulo 6

Discusión general y Conclusiones

6.1 Discusión general

Las enfermedades fúngicas foliares constituyen la principal restricción biótica que afecta tanto la expresión de los rendimientos como la calidad del cultivo de trigo en todo el mundo (Oerke y Dehne, 1997; Annone *et al.*, 2001; Simón *et al.*, 2002; Oerke y Dehne, 2004; Duveiller *et al.*, 2007; Carretero, 2011). Tradicionalmente las decisiones de manejo de enfermedades foliares en este cultivo se basan en el uso de umbrales construidos a partir de relaciones empíricas que relacionan el nivel de reducción del rendimiento con el nivel de enfermedad presente en el cultivo en un momento dado, frecuentemente calculados en base a parámetros como la incidencia, severidad y ABCPE (Carretero, 2011). La problemática que surge a partir de esto, es que estos parámetros no consideran aspectos ecofisiológicos que hacen a la generación de la biomasa y el rendimiento, poniendo de manifiesto una limitación en el grado de extrapolación ante distintos genotipos, ambientes, años y localidades (Gaunt, 1995; Bryson *et al.*, 1997; Paveley *et al.*, 1997; Carretero, 2011). Tomando en cuenta estos antecedentes y considerando que los trabajos que abordan esta temática han sido realizados con infecciones naturales o abordan el efecto de varios patógenos en forma conjunta (Robert *et al.*, 2004; Robert *et al.*, 2005; Bancal *et al.*, 2007; Serrago *et al.*, 2009; Carretero *et al.*, 2010), esta tesis se propuso como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de inóculo de *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* inoculados separadamente en un mismo ambiente sobre diez cultivares de trigo, sobre los principales componentes ecofisiológicos responsables de la generación de biomasa y rendimiento (RFAa, RFAi, EURint, EURabs, tasa de crecimiento del cultivo) mediante la integración de las evaluaciones de severidad y ABCPE con otras vinculadas a la ecofisiología del cultivo (IAFT, IAFV total y por estratos foliares, tasas de caídas de IAFT y IAFV, DAFV, %AFNV, Tasa de incremento del %AFNV e índice de verdor SPAD).

Como se desarrolló en los capítulos anteriores, la generación de biomasa en trigo está determinada por la cantidad de radiación incidente durante el periodo de crecimiento (Rinc), la eficiencia con que esa radiación es interceptada (determinada por el IAF y el coeficiente k) y la eficiencia del cultivo en convertir esa radiación interceptada en materia seca –EUR- (Evans *et al.*, 1978; Gardner, 1985; Johnson, 1987; Sinclair y Muchow, 1999; Salvagiotti y Miralles, 2008). Coincidiendo con Bancal *et al.* (2007) y Serrago *et al.* (2009), en los capítulos 3 y 4 de la presente tesis se encontró que las enfermedades foliares redujeron la generación de biomasa aérea al afectar el IAF y IAFV. Esta respuesta podría estar explicada por la senescencia foliar anticipada (debido a aumentos en el % de Severidad, ABCPE y %AFNV) pudiendo finalizar con la caída y desaparición de estratos afectados y conducir a una disminución en la Ei durante el ciclo del cultivo y reduciendo, consecuentemente, la RFAi. A su vez, del total de la radiación interceptada, parte de esta fue capturada por área foliar enferma o senescente la cual no presenta actividad fotosintética (IAFNV), produciéndose una reducción en la radiación que es efectivamente absorbida por área foliar verde y funcional (RFAa) provocando caídas notorias en la tasa de crecimiento del cultivo y una limitación en la capacidad de producir fotoasimilados para la generación de biomasa y rendimiento. Bajo las condiciones evaluadas en este estudio, incrementos en la concentración de inóculo de *Py.tritici-repentis* provocaron reducciones porcentuales con respecto al tratamiento SI, significativamente superiores tanto en el IAF-IAFV, como en la RFai y RFAa, tanto en el ciclo completo del cultivo como en los subperiodos EC1-EC39, EC39-60 y EC60-82 al ser comparado con *P.triticina*. Con respecto al efecto de las enfermedades sobre la disminución en el IAFV en los distintos estratos foliares los resultados de esta tesis mostraron que se redujeron en mayor proporción el IAFV de los estratos inferiores (HB-4, HB-3 y HB-2) para luego afectar los superiores. La disminución en IAFV por estratos foliares evidenció una tendencia a mayores disminuciones porcentuales ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis* respecto a *P.triticina* en EC39 en los cinco estratos evaluados, diferencias significativas en HB, HB-1 y HB-3 en EC60 y en HB (EC82), que podrían ser explicadas por el aceleramiento en la senescencia de tejidos foliares que este patógeno necrótrofo genera a partir de la secreción de toxinas (Ptr ToxA, Ptr ToxB y Ptr ToxC) que provocan reducciones de la cobertura verde, debido a caída de hojas o muerte acelerada de macollos (Wegulo, 2011; Ney *et al.*,

2013). Con respecto a la tasa de caída de IAFV para los estratos evaluados para el periodo EC39-EC60, inoculaciones con *Py.tritici-repentis* presentaron mayores diferencias entre tratamientos de inoculación, pero tasas de caída inferiores a las detectadas ante inoculaciones con *P.triticina*, comportamiento que podría ser explicado por los valores superiores en IAFV de los estratos en EC39 con respecto a MA y a las mayores tasas de incrementos del %AFNV que presentó RH con respecto a MA que podrían estar vinculados con las mayores tasas de infección que *P.triticina* (Roelfs *et al.*, 1992). Los resultados encontrados en el presente trabajo permiten no rechazar la hipótesis 1 “*Concentraciones óptimas de inóculo de Pyrenophora tritici-repentis y Puccinia triticina generan similares aumentos en el % Severidad, ABCPE y %AFNV y disminuciones en el Índice de verdor SPAD con respecto a tratamientos no inoculados de ambas enfermedades*” ni la hipótesis 2 “*La mancha amarilla y la roya de la hoja generan reducciones en la RFAi y RFAa con magnitud diferencial según el estadio del cultivo considerado, a través mayores reducciones en el IAFV y IAFV del trigo por senescencia anticipada y posterior necrosis*” planteadas en este trabajo.

Como se mencionó anteriormente, los resultados del Capítulo 4 indicaron que ambos patógenos afectaron la generación de biomasa al disminuir la captura de radiación siendo esta disminución más acentuada ante inoculaciones con *Py.tritici-repentis*. Sumado a esto, se detectó que el efecto de los patógenos sobre el otro atributo que interviene en la producción de biomasa, la EUR, evidenció un efecto diferencial dependiente del hábito nutricional del patógeno inoculado. En este sentido, se evidenciaron reducciones más notorias en la EURint y EURabs ante inoculaciones del patógeno biotrófico *P.triticina*. Si bien varios trabajos afirman que la EUR no se ve modificada por las enfermedades foliares al ser un atributo más conservativo (Waggoner y Berger, 1987; Bancal *et al.*, 2007), diversos autores afirman que el hábito nutricional de los patógenos fúngicos (necrotróficos-biotróficos) puede ejercer efectos diferenciales sobre este atributo (Boote *et al.*, 1983; Johnson, 1987; Madeira *et al.*, 1994; Olesen *et al.*, 2002; Robert *et al.*, 2005). En términos generales, se señala que infecciones causadas por patógenos necrotróficos como *Py.tritici-repentis* no generan reducciones en la EUR al no interactuar con células vivas del hospedante, ya que el patógeno las degrada previamente mediante el uso de toxinas en el proceso de colonización del tejido vegetal (Dimmock y Gooding, 2002; Ney *et al.*, 2013).

Sin embargo, se ha documentado que provocan una reducción en el aparato fotosintético de la planta acelerando la senescencia de las hojas debido a la necrosis foliar y a la posterior disminución en la fotosíntesis total por hoja (Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002), afectando de esta manera la Ei y la Ea, principalmente por reducciones de la cobertura verde (caída de hojas o muerte acelerada de macollos) y de la intercepción de radiación por área foliar enferma (y/o senescente), que no podrá ser utilizada para la generación de biomasa (Carretero *et al.*, 2009). Por otro lado, las enfermedades causadas por patógenos biotróficos (como *P. triticina*) producen profundos cambios en la fisiología de los hospedantes, ya que alteran el metabolismo de las plantas al parasitar células vivas utilizando como principal herramienta los haustorios que actúan en la movilización, adquisición y metabolismo de los nutrientes necesarios para el desarrollo del patógeno, jugando además un rol importante en la supresión de las defensas del hospedante (Voegelé y Magden, 2011). Su presencia en el cultivo puede producir reducciones en la acumulación de biomasa debido a una disminución del área y de la capacidad fotosintética de las hojas, un aumento de la tasa respiratoria, la transpiración, consumo de asimilados y retención de nitrógeno por parte del patógeno, reducción en la turgencia celular y en la tasa de translocación de asimilados de los órganos afectados (McNew, 1960; Boote *et al.*, 1983; Robert *et al.*, 2004; Agrios, 2005; Robert *et al.*, 2005; Serrago *et al.*, 2009) pudiendo ser estos procesos los que implican las reducciones en la EUR evidenciadas en este trabajo. Sumado a esto, el efecto deletéreo en la EURint y EURabs ante RH condujo a reducciones notorias en la tasa de crecimiento del cultivo (g.dia^{-1}) para el periodo EC39-EC82 con respecto a MA. Lo descripto anteriormente permite no rechazar la hipótesis n°3 “*La roya de la hoja (biotrófico) genera mayores reducciones en EURint y EURabs con respecto a mancha amarilla*” ni la hipótesis n°4 “*El efecto de ambos patógenos sobre la RFAi, RFaA, EURint y EURabs determina reducciones en la biomasa en el cultivo*” que fueron planteadas en este trabajo.

El grado de daño que producirá una determinada enfermedad dependerá no sólo de la incidencia y/o severidad del patógeno sino principalmente del impacto sobre los atributos del cultivo responsables de la asimilación de carbono en el sistema (Johnson, 1987; Waggoner y Berger, 1987). En general el impacto negativo de las enfermedades foliares se ha enfocado en forma directa como un efecto sobre el rendimiento y los componentes

numéricos que lo conforman (NGT, PMG, NESP, NGE), haciéndose poco hincapié en el origen de esa reducción cuantitativa, explicada por los cambios que estos patógenos producen en los sistemas responsables de la producción y distribución de asimilados dentro de la planta, variables que fueron abordadas en el capítulo 4 de la presente tesis.

En el capítulo 5, se evaluó el efecto de distintas concentraciones de inóculo de *Py.tritici-repentis* y *P. triticina* sobre el rendimiento y sus componentes. Como se mencionó anteriormente el rendimiento del cultivo de trigo puede expresarse a través de la cantidad de biomasa generada y la proporción de ésta que es particionada hacia los órganos reproductivos (van der Werf, 1996) o puede ser calculado como el producto de los componentes numéricos que lo conforman (NGT –derivado del NESP y NGE- y el peso de grano). Teniendo en cuenta el momento del ciclo del cultivo en que ocurre la infección y su intensidad, las enfermedades foliares pueden afectar el NGT, mediante disminuciones en el NESP generalmente asociado a epifitias tempranas de patógenos necrotrófos o hemibiótrofos que sobreviven en rastrojo, por condiciones predisponentes para el desarrollo de estas enfermedades durante los primeros estadios y/o la utilización de cultivares susceptibles a estos patógenos (Leitch y Jenkins, 1995; Simón *et al.*, 2002; Ronis *et al.*, 2009). Efectos sobre el NGE son habitualmente relacionados al efecto que las enfermedades pueden ejercer sobre la tasa de crecimiento del cultivo alrededor de floración, etapa crucial para la definición del rendimiento debido a que el tallo y la espiga crecen en forma conjunta y donde se puede afectar la fertilidad de las espigas (Fischer, 1985; Madden y Nutter, 1995; Miralles y Slafer, 1999; Borrás *et al.*, 2004). Por otro lado, caídas en el PMG (Simón *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 2004; Ishikawa *et al.*, 2011) han sido vinculadas a infecciones de patógenos en post-floración que provocan reducciones en la DAFV o en la RFAa durante el llenado de los granos afectando principalmente la tasa de duración del llenado de granos más que la duración en el llenado de los mismos (Cornish *et al.*, 1990; Gooding *et al.*, 2000, Dimmock y Gooding, 2002; Ruske *et al.*, 2003; Robert *et al.*, 2004; Pepler *et al.*, 2005; Serrago, 2010; Serrago *et al.*, 2011). Los resultados de este trabajo indicaron que aumentos en la concentración de las enfermedades foliares evaluadas provocaron disminuciones en los atributos ecofisiológicos asociados a la generación de biomasa (RFAi, RFAa, EUR, tasa de crecimiento del cultivo, en forma diferencial según el patógeno), afectando el rendimiento (15,2 a 19,9%) mediante disminuciones tanto en el

NGT, sustentada por disminuciones en la RFAa en el periodo EC39-60 que provocaron caídas del 8,3 a 22,4 % en el NGE a partir de efectos sobre la tasa de crecimiento del cultivo en el periodo crítico, y caídas en la RFAa en el llenado de granos (EC60-82) que afectaron el PMG (6,2 a 9,4% de reducción) a partir de disminuciones en la tasa de llenado de granos. Estos resultados permiten no rechazar la hipótesis 5 *“La mancha amarilla disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que produce en la biomasa (fundamentalmente en la RFAi y RFAa) y su translocación al grano”* ni la hipótesis 6 *“La roya de la hoja disminuye el rendimiento del cultivo de trigo y sus componentes, por las reducciones que *P. triticina* produce en la biomasa (a través de disminuciones en la RFAi, RFAa, EURint y EURabs) y su translocación al grano”* planteadas en esta tesis.

6.2 Conclusiones

- *Concentraciones óptimas de inóculo de Pyrenophora tritici-repentis y Puccinia triticina generan similares aumentos en el % Severidad, ABCPE y %AFNV y disminuciones en el Índice de verdor SPAD con respecto a tratamientos no inoculados de ambas enfermedades.*
- *Inoculaciones con Pyrenophora tritici-repentis tendieron a causar mayores caídas porcentuales en la RFAi y RFAa con respecto a Puccinia triticina debido a que el patógeno provocó mayores reducciones en el IAFT y IAFV por estratos, a causa de mayor necrosis y senescencia foliar.*
- *Inoculaciones con Puccinia triticina tendieron a causar mayores caídas en la EURint, EURabs y en la tasa de crecimiento del cultivo en el periodo EC39-EC82 con respecto a Pyrenophora tritici-repentis que podrían ser explicadas por el hábito nutricional biotrófico que genera una interacción particular con las células del hospedante.*
- *A partir de los efectos sobre los atributos que explican la generación de biomasa, los patógenos provocaron reducciones en el rendimiento debido a caídas en el NGT, explicado por disminuciones en el NGE, y en el PMG.*

6.3 Significancia de esta investigación y nuevos interrogantes

La presente tesis tomó en cuenta que hasta el momento no existen antecedentes a nivel mundial que hayan evaluado el efecto de inoculaciones artificiales, en forma separada y en un mismo ambiente de *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* sobre los principales componentes ecofisiológicos responsables de la generación de biomasa y rendimiento del cultivo de trigo mediante la integración de las evaluaciones patométricas (severidad, ABCPE) con otras vinculadas a la ecofisiología del cultivo (IAFT, IAFV, RFAa, DAFV, etc.), con el objetivo de contribuir al manejo de la roya de la hoja y la mancha amarilla en trigo.

En función de los resultados obtenidos en esta tesis han surgido nuevos interrogantes que sería importante estudiar en investigaciones futuras con el objetivo de mejorar el entendimiento del impacto negativo de las enfermedades foliares sobre los distintos atributos del cultivo. Algunos de estos nuevos interrogantes se plantean a continuación.

6.3.1 Uso para programas de simulación de crecimiento y modelización del impacto de enfermedades:

En la actualidad, la preocupación por la conservación de los recursos naturales y los cambios desfavorables en relación costo/beneficio generan que el uso de fungicidas para el manejo de enfermedades se vuelva menos atractivo a nivel mundial. En respuesta a esta problemática, las estrategias de protección de los cultivos sobre la base de la prevención de pérdidas de rendimiento han sido desarrolladas por diversos autores en varios patosistemas (Zadoks, 1985; Rabbinge *et al.*, 1989; de Kraker *et al.*, 2005; Savary *et al.*, 2006; Bancal *et al.*, 2007; Ney *et al.*, 2013). En este sentido, actualmente los esfuerzos en la investigación se basan en dos estrategias que permiten modelizar y prevenir las pérdidas de rendimiento. Una de las estrategias relaciona un determinado escenario climático en un sitio a una probabilidad de epifitias, que se basa en la evaluación temprana de la enfermedad y otra estrategia que se focaliza en vincular un determinado escenario de epifitias y las pérdidas potenciales que esta puede desatar. Ambas estrategias requieren una mejora adicional, ya sea a través de una mejor comprensión de las causas por la que se generan las epifitias o a través de una mayor precisión de los modelos de pérdida de cosecha. En este sentido, este

trabajo intenta describir los mecanismos ecofisiológicos por los cuales *Py.tritici-repentis* y *P.triticina* reducen la generación de biomasa y el rendimiento en el cultivo de trigo, que podrían ser útiles para nutrir a estos modelos funcionales y con ello apoyar a la toma de decisiones de manejo.

6.3.2 Atributos ecofisiológicos asociado a tolerancia a enfermedades foliares

La tolerancia a enfermedades en trigo es una herramienta no suficientemente explotada en el mejoramiento del cultivo, siendo un complemento importante de la resistencia genética. El término tolerancia es a veces confundido con resistencia parcial, siendo un concepto completamente diferente. En tanto la resistencia implica una menor severidad o incidencia explicada por la capacidad de las plantas de limitarla vía mecanismos genéticos o moleculares, la tolerancia significa una reducción en la pérdida de rendimiento frente a similares niveles de severidad de la enfermedad (Foulkes *et al.*, 2006; Ney *et al.*, 2013). De esta forma, la tolerancia puede utilizarse como una medida de control y modificar los umbrales de control reduciendo la aplicación de fungicidas, una problemática que se está abordando actualmente en la Unión Europea (Ney *et al.*, 2013). Los mecanismos que la condicionan han sido escasamente estudiados, pudiendo estar asociada a características genotípicas del cultivar (mayor biomasa, IAF, capacidad fotosintética, eficiencia de la intercepción de la radiación, EUR, coeficiente de extinción, DAFV, mayor aporte de fotosintatos de espigas y tallos etc.) como también al efecto sobre los genotipos de las condiciones ambientales (diferentes ambientes que predisponen diferentes patrones en el desarrollo de los cultivares) o factores culturales que conducen a un comportamiento diferencial de los genotipos por condicionar variaciones en esas características morfofisiológicas que pueden afectar el efecto de las enfermedades sobre el rendimiento.

En este sentido, sería de interés estudiar si la capacidad de acumulación de reservas en tallos (carbohidratos solubles) es un atributo vinculado a la tolerancia frente a patógenos foliares, aprovechando que ha sido documentada variabilidad genética en la acumulación de reservas en tallo en el cultivo de trigo (Dreccer *et al.*, 2009). Diversos autores (Gallagher *et al.*, 1975; Zilberstein *et al.*, 1985; Cornish *et al.*, 1990; Gaunt y Wright, 1992; Serrago, 2010), sostienen que la utilización de las reservas en los tallos es un atributo del cultivo

importante para sostener el llenado de granos en cultivos enfermos. De esta manera, evaluar la importancia de este atributo en cultivos enfermos que difieran en la acumulación de reservas en tallo, permitiría recolectar evidencia valiosa que podría ser utilizada en la búsqueda de rasgos de tolerancia duradera en programas de mejoramiento frente a patógenos foliares.

6.3.3 Mecanismos ecofisiológicos que expliquen disminuciones de EUR ante infecciones de *Puccinia triticina*

Entre los principales resultados encontrados en el presente trabajo, se detectaron importantes reducciones en la EURint y EURabs ante inoculaciones con el organismo biótrofo *P.triticina* con respecto al necrótrofo *Py.tritici-repentis*. Si bien diversos autores (McNew, 1960; Boote *et al.*, 1983; Robert *et al.*, 2004; Agrios, 2005; Robert *et al.*, 2005; Carretero, 2010; Carretero *et al.*, 2011) han documentado mecanismos a nivel celular que podrían explicar estas respuestas (disminución del área y de la capacidad fotosintética de las hojas, aumento de la tasa respiratoria y transpiración, consumo de asimilados y retención de nitrógeno por parte del patógeno, reducción en la turgencia celular y en la tasa de translocación de asimilados de los órganos afectados) sería de importancia llevar a cabo estudios a nivel de canopeo que permitan modelizar con mayor exactitud el efecto de este patógeno biotrófico sobre esta variable.

6.3.4 Diferencias en la acumulación de N en el grano frente a infecciones de *Puccinia triticina* y *Pyrenophora tritici-repentis*.

La acumulación y redistribución del N son procesos determinantes para el rendimiento y calidad del cultivo de trigo (Simpson *et al.*, 1983) que pueden ser afectados por la aparición de enfermedades foliares con distinto hábito nutricional a partir de diferencias que estos patógenos pueden ejercer sobre la dinámica de acumulación de materia seca y N en el cultivo de trigo (Schierenbeck *et al.*, 2014). En este sentido, sería de interés evaluar si las mayores disminuciones de *P.triticina* sobre la EUR y de la RFAa por *Py.tritici-repentis* encontrados en el presente trabajo pueden ejercer una dinámica diferencial en la acumulación de N en el grano, a partir de efectos sobre la removilización y absorción post-antesis de N.

• Bibliografía

- Agrios, G. 2005. Effects of pathogens on plant physiological functions. Chapter 3. In: G. Agrios. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. pp. 106-123
- Alberione, E. 2005. Enfermedades que afectan al cultivo de trigo. Trigo en Siembra Directa -Revista técnica "El desafío es innovar". Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. EEA Marcos Juárez. Publicado en: <http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos.php>
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. Fourth Edition. John Wiley & Sons Inc., New York. 868 pp.
- Annone, J.G., Botta, G., Ivancovich, A. 1994. Ocurrencia de la mancha bronceada del trigo en el área norte de la provincia de Buenos Aires. Actas del II Congreso Nacional de Trigo y primer simposio Nacional de Cereales de Invierno. Pág. 205-208.
- Annone, J.G. 2001. Principales enfermedades foliares del trigo asociadas a siembra directa en Argentina. Siembra Directa en el Cono Sur. PROCISUR, Montevideo. pp. 73-88.
- Annone, J.G., R. García, G. Botta, A. Ivancovich. 2001. Pérdidas de rendimiento ocasionadas por la "Roya de la Hoja" y la "Mancha Amarilla" del trigo: estimaciones en el norte de la Provincia de Buenos Aires. Revista de Tecnología Agropecuaria Vol. VI, Núm. 16. E.E.A. INTA Pergamino. pp 21-23.
- Bancal, M.O., Robert, C., Ney, B. 2007. Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and pre-anthesis reserves. Ann. Bot. 100, 777-789.
- Bancal, M-O., Roche, R., Bancal, P. 2008. Late Foliar Diseases in Wheat Crops Decrease Nitrogen Yield Through N Uptake Rather than Through Variations in N Remobilization. Ann Bot 102: 579-590.
- Béasse, C., Ney, B., Tivoli, B. 2000. A simple model of pea (*Pisum sativum*) growth affected by *Mycosphaerella pinodes*. Plant Pathol. 49, 187-200.
- Bergamin Filho, A., Carneiro, S.M.T.P.G., Godoy, C.V., Amorim, L., Berger, R.D., Hau, B., 1997. Angular leaf spot of Phaseolus beans: Relationship between disease, healthy leaf area and yield. Phytopathology 87, 506-515.
- Bhan, V.M., Pande, H.K. 1966. Measurement of leaf area of rice. Agron. J., 58: 454.

- Bingham, I.J., Walters, D.R., Foulkes, M.J., Paveley, N.D. 2009. Crop traits and the tolerance of wheat and barley to foliar disease. *Annals of Applied Biology* 154, 159–173. doi:10.1111/j.1744-7348.2008.00291.x
- Boote, K.J., Jones, J.W., Mishoe, J.W., Berger, R.D. 1983. Coupling pests to crop growth simulators to predict yield reductions. *Phytopathology* 73, 1581-1587.
- Borrás, L., Slafer, G.A., Otegui, M.E., 2004. Seed dry weight response to source–sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Res.* 86, 131-146.
- Borlaug, N. 2007. Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections. *Euphytica* 157, 287-297.
- Bryson, R.J., Paveley, N.D., Clark, W.S., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K. 1997. Use of in-field measurements of green leaf area and incident radiation to estimate the effects of yellow rust epidemics on the yield of winter wheat. *Eur. J. Agron.* 7, 53-62.
- Byrnes, B.H., Bumb, B.L. 1998. Population growth, food production and nutrient requirements. *J. Crop Prod.* 2. Pp. 1-27.
- Campbell C.L., Madden L.V., 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Carmona, M., Cortese, P., Ferrazzini, M., y Permingeat, O. 1998. Control de la mancha amarilla. *Revista CREA.* 213:54-56
- Carmona, M.; Reis, E. M. & Cortese, P. (1999) Mancha Amarilla y Septoriosis de la Hoja. Diagnóstico, Epidemiología y Nuevos Criterios para el Manejo. 32 pp
- Carignano, M., Staggenborg, S.A., Shroyer, J.P. 2008. Management practices to minimize tan spot in a continuous wheat rotation. *Agron. J.* 100:145–153. doi:10.2134/agrojn12007.0092
- Carretero, R., Serrago R.A., Bancal, M.O., Miralles, D.J. 2009. Importancia de las enfermedades foliares durante el período de llenado de granos. Congreso A Todo Trigo 2009.14 y 15 de Mayo de 2009. Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina.
- Carretero, R., Serrago, R.A., Bancal, M.O., Perelló, A.E., Miralles, D.J. 2010. Absorbed radiation and radiation use efficiency as affected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. *Field Crops Research* 116, 184–195. doi:10.1016/j.fcr.2009.12.009

- Carretero, R., Bancal, M.O., Miralles, D.J. 2011. Effect of leaf rust (*Puccinia triticina*) on photosynthesis and related processes of leaves in wheat crops grown at two contrasting sites and with different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy*. 35, 237-246.
- Carretero, R. 2011. Una aproximación mecanística al problema de las enfermedades foliares en el cultivo de trigo. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 96 pp.
- Ciuffetti, L., Tuori, R. 1999. Advances in the characterization of the *Pyrenophora tritici-repentis*: Wheat interaction. *Phytopathology* 89,444-449.
- Cook, R.J., Boosalis, M.G., Doupnik, B. 1978. Influence of crop residue on plant disease. In: *Crop residue management systems*. ASA, CSSA, SSSA. Madison, USA. pp 147-163
- Cornish, P.S., Baker, G.R., Murray, G.M. 1990. Physiological responses of wheat (*Triticum aestivum*) to infection with *Mycosphaerella graminicola* causing Septoria tritici blotch. *Aust. J. Agric. Res.* 41, 317-327.
- Dimmock, J.P.R.E, Gooding, M.J. 2002. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf area. *J. Agr. Sci., Cambridge* 138, 1-16.
- Dreccer, M.F., van Herwaarden, A.F., Chapman, S.C., 2009. Grain number and grain weight in wheat lines contrasting for stem water soluble carbohydrate concentration. *Field Crops Res.* 112, 43-54.
- Duveiller, E., Kandel, Y.R., Sharma, R.C., Shrestha, S.M. 2005. Epidemiology of foliar blights (Spot blotch and Tan spot) of wheat in the plains bordering the Himalayas. *Phytopathology* 95, 248-256.
- Duveiller, E., Singh, R., Nicol, J. 2007. The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica* 157, 417-430.
- Evans, L.T., Wardlaw, I.F., Fischer, R.A. 1978. Wheat. Ed Evans, L.T. En "Crop Physiology". Cambridge University Press, GB. pp. 101-149
- Evans, L.T., 1999. Steps towards feeding the ten billion: a crop physiologists view. *Plant Prod. Sci.* 2, 3-9.
- Evans, C.K., Hunger, R.M., Siegerist, W.C. 1999. Comparison of greenhouse and field testing to identify wheat resistant to tan spot. *Plant Dis.* 83, 269-273.

- Eversmeyer, M.G., Kramer, C.L., Burleigh, J.R. 1973. Vertical spore concentrations of three wheat pathogens above a wheat field. *Phytopathology* 63, 211-218.
- Eversmeyer, M.G., Kramer, C.L., 1992. Local dispersal and deposition of fungal spores from a wheat canopy. *Grana* 31, 53-59.
- Fernandez, M.R., J.M. Clarke, R.M. DePauw, L.P. Lefkovitch. 1996. Comparison of durum and common wheat cultivars for reaction to leaf spotting fungi in the field. *Plant Dis.* 80: 793–797.
- Fischer, R.A., 1985. Number of kernel in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science* 105: 447-461.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. Última entrada 16/2/2015
- Foulkes, M. J., Paveley, N. D., Worland, A., Welham, S. J., Thomas, J., Snape, J. W. 2006. Major genetic changes in wheat with potential to affect disease tolerance. *Phytopathology*, 96: 680–688.
- Galich, M.T.V. DE., Galich, A. 1994. Enfermedades del trigo en el área sur de Santa Fe y Córdoba correspondientes a la subregión II Norte, Año 1993/94. Información para extensión N° 5 . EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. 7 pp.
- Gallagher, J.N., Biscoe, P.V., Scott, R.K., 1975. Barley and its environment. V. Stability of grain weight. *Journal of Applied Ecology* 12, 319-336.
- Gardner F.P., Pearce, R.B., Mitchel, R.L. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press. USA. P. 327.
- Gaunt, R.E., Wright, A.C., 1992. Disease-yield relationship in barley. II. Contribution of stored stem reserves to grain filling. *Plant Pathol.* 41, 688-701.
- Gaunt, R.E., 1995. The relationship between plant disease severity and yield. *Annu. Rev. Phytopathology* 33, 119-144.
- Gifford, R.M., Thorne, J.H., Hitz, W.D., Giaquinta, R.T., 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. *Science* 225, 801-808.
- Gooding, M.J., Smith, S.P., Davies, W.P., Kettlewell, P.S., 1994. Effects of late season applications of propiconazole and tridemorph on disease, senescence, grain development and the breadmaking quality of winter wheat. *Crop Prot.* 13, 362-370.

- Gooding, M.J., Dimmock, J.P., France, R.E., Jones, J. 2000. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. *Annals of Applied Biology* 136, 77–84
- Hipps, L.E., Asrar, G., Kanemasu, E.T. 1983. Assessing the interception of photosynthetically active radiation in winter wheat. *Agric. Meteorol.* 28, 253-259.
- Ishikawa, S., Hare, M.C., Kettlewell, P.S. 2011. Effects of strobilurin fungicide programmes and fertilizer nitrogen rates on winter wheat: severity of *Septoria tritici*, leaf senescence and yield. *The Journal of Agricultural Science*. pp. 1-16
- James, W.C., 1974. Assessment of plant diseases and losses. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 12: 27–48.
- Jesus Junior, W.C., Vale, F.X.R., Coelho, R.R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L.C., Bergamin Filho, A. 2001. Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91, 1045-1053.
- Johnson, K.B. 1987. Defoliation, disease and growth: a reply. *Phytopathology* 77, 1495-1497.
- de Kraker, J., van den Ende, J.E., Rossing, W.A.H. 2005. Control strategies with reduced fungicide input for *Botrytis* leaf blight in lily – a simulation analysis. *Crop Protection*. 2005;24:157–165.
- Kelley, K.W. 1993. Nitrogen and foliar fungicide effects on winter wheat. *J.Prod. Agric.* 6:53–65.
- Kelley, K.W. 2001. Planting date and foliar fungicide effects on yield components and grain traits of winter wheat. *Agron. J.* 93:380–389.doi:10.2134/agronj2001.932380x
- Kohli, M.M., Annone, J.G., Galich, M.T.V. 1995. Fusariosis de la espiga y su manejo. En: Kohli, M.M.; Annone, J.G. y R. García (Eds.). *Curso de manejo de enfermedades del trigo*. INTA EEA Pergamino, Bs.As. 164- 189.
- Leitch, M.H., Jenkins, P. D. 1995. Influence of nitrogen on the development of *Septoria* epidemics in winter wheat. *J. Agric. Sci.* 124, 361-368.
- Lim, L.G. and Gaunt, R.E., 1981. Leaf area as a factor in disease assessment. *J. Agric. Sci.*, 97: 481 – 483.
- Lim, L.G., Gaunt, R.E. 1986. The effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) and leaf rust (*Puccinia hordei*) on spring barley in New Zealand. I. Epidemic development, green leaf area and yield. *Plant Pathology* 35, 44-53.

- Lupton, F.G.H. 1972. Further experiments on photosynthesis and translocation in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 71, 69-79.
- Luz, W.C. da, 1984. Yield losses caused by fungal foliar wheat pathogens in Brazil. *Phytopathology* 74, 1403–1407.
- Madden, L.V., Nutter, F.W.J., 1995. Modeling crop losses at field scale. *Can. J. Plant Pathol.* 17, 124-137.
- Madeira, A.C., Clark, J.A., Rossall, S., 1994. Growth and light interception in field bean (*Vicia faba*) infected by *Ascochyta fabae*. *J. Agric. Sci.* 123, 225-232.
- Martino, D. 1994. Agricultura sostenible y siembra directa. Serie Técnica N° 50. INIA, La Estanzuela. p 31.
- Maydup, M.L., Antonietta, M., Guamet, J.J., Graciano, C., López, J.R., Tambussi, E.A. 2010. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research* 119, 48–58
- Mendgen K., Hahn M. 2002. Plant infection and the establishment of fungal biotrophy. *Trends Plant Sci.* 7(8):352-6.
- McNew, G.1960. The nature, origin and evolution of parasitism. In *Plant pathology: An Advanced Treatise*, ed. JG Horsfall, AE Dimond, 2 19-69. Madison, WI: Univ.Wisconsin Press.
- McRoberts, N., Hughes, G., Madden, L.V., 2003. The theoretical basis and practical application of relationships between different disease intensity measurements in plants. *Ann. Appl. Biol.* 142, 191-211.
- Miralles, D. J., Slafer, G.A. 1990.Estimación del área foliar en trigo: Generación y validación de un modelo. 11vo Congreso Nacional de Trigo. Pergamino. Cap.I: 76-85.
- Miralles, D.J., Slafer, G.A. 1997. Radiation interception and radiation use efficiency of near-isogenic wheat lines with different height. *Euphytica* 97, 201-208.
- Miralles, D.J., Slafer, G.A., 1999. Wheat development. In: Satorre, E.H., Slafer, G.A. (Eds.), *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Product Press, New York, USA, pp. 14-43.
- Miralles, D.J., Richards, R.A., Slafer, G.A., 2000. Duration of the stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. *Functional Plant Biology* 27, 931-940.

- Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of Royal Society of London B*, pp. 277-294.
- Monteith, J.L., Unsworth, M.H. 1990. *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold, London.
- Moreno, M.V., Stenglein, S.A., Perelló, A.E. 2012. *Pyrenophora tritici-repentis*, Causal Agent of Tan Spot: A Review of Intraspecific Genetic Diversity, The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), ISBN: 978-953-51-0157-4, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/themolecular-basis-of-plant-genetic-diversity/pyrenophora-tritici-repentis-causal-agent-of-tan-spot-a-review-ofintraspecific-genetic-diversity>
- Murdock, L., Jones, S., Bowley, C., Needham, P., James, J., Howe, P. 1997. Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendation on wheat. University of Kentucky Cooperative Extension Service. University of Kentucky.
- Nageswara Rao, R.C., Wright, G.C. 1994. Stability relation between specific leaf area and carbon isotope discrimination across environments in peanut. *Crop Sci.* 34: 98-103.
- Ney, B., Bancal, M.O., Bancal, P., Bingham, I. J., Foulkes, J., Gouache, D., Paveley, N., Smith, J. 2013. Crop architecture and crop tolerance to fungal diseases and insect herbivory. Mechanisms to limit crop losses. *Eur J Plant Pathol* 135:561–580 DOI 10.1007/s10658-012-0125-z
- Oerke, E.C., Dehne, H.W. 1997. Global crop production and the efficacy of crop protection – current situation and future trends. *Eur. J. Plant Pathol.* 103,203-215.
- Oerke, E.C., Dehne, H.W. 2004. Safeguarding production-losses in major crops and therole of crop protection. *Crop Prot.* 23, 275-285.
- Olesen JE, Jørgensen LN, Petersen J, Mortensen JV, 2003. Effects of rates and timing of nitrogen fertilizer on disease control by fungicides in winter wheat. 2. Crop growth and disease development. *Journal of Agricultural Science* **140**, 15–29.
- Pastore, M. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada y aplicación de fungicidas sobre la severidad de la roya de la hoja, mancha de la hoja y mancha amarilla en trigo. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Argentina. 83 pp.
- Parker, S. R., Welham, S., Paveley, N. D., Foulkes, J., Scott, R. K. 2004. Tolerance of septoria leaf blotch in winter wheat. *Plant Pathology*, 53: 1–10. doi: 10.1111/j.1365-3059.2004.00951.x

- Paveley, N.D., Lockley, K.D., Sylvester-Bradley, R., Thomas, J., 1997. Determinants of fungicide spray decisions for wheat. *Pestic. Sci.* 49, 379-388.
- Paveley, N.D., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K., Day, W. 2001. Steps in predicting the relationship of yield on fungicide dose. *Phytopathology* 91, 708-716.
- Pepler, S., Gooding, M.J., Ellis, R.H., 2006. Modelling simultaneously water content and dry matter dynamics of wheat grains. *Field Crops Res.* 96, 46-93.
- Perez Fernandez, J. 2000. Enfermedades de trigo en la Región V Sur. En 8º Congreso Nacional AAPRESID, Tomo II: disertaciones y conferencias. Mar del Plata, agosto 2000.
- Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E. 1986. Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México, D.F., México. Pág 2-3
- Rabbinge, R., Jorritsma, I.T.M., Schans, J.1985. Damage components of powdery mildew in winter wheat. *Neth. J. Plant Pathol.* 91, 235-247.
- Rabbinge, R, Ward, S.A., van Laar, H.H. 1989. Simulation and system management in crop protection. Wageningen, The Netherlands: Simulation Monographs, PUDOC
- Raymond, P.J., Bockus, W.W. 1982. An in vitro technique for profuse sporulation of *Drechslera tritici-repentis*, (Abstr.). *Phytopathology* 72, 934.
- Rees, R.G., Mayer, R.J., Platz, G.J., 1981. Yield losses in wheat from Yellow Spot: A disease-loss relationship derived from single tillers. *Aust. J. Agric. Res.* 32, 851-859.
- Rees, R.G., Platz, G.J., Mayer, R.J.1982. Yield losses in wheat from yellow spot: Comparison of estimates derived from single tillers and plots. *Australian Journal of Agricultural Research* 33: 899-908
- Robert, C., Bancal, M.O., Lannou, C. 2004. Wheat leaf rust uredospore production on adult plants: influence of leaf nitrogen content and Septoria tritici blotch. *Journal of Phytopathology* 94, 712-721.
- Robert, C., Bancal, M.O., Ney, B., Lannou, C. 2005. Wheat leaf photosynthesis loss due to leaf rust, with respect to lesion development and leaf nitrogen status. *New Phytologist* 165, 227- 241.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P., Saari, E.E. 1992. Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT. 81 pp.

- Ronis A., Semaškienė R., Dabkevičius Z., Liatukas Ž. 2009. Influence of leaf diseases on grain yield and yield components in winter wheat // Journal of Plant Protection Research. vol. 49, No. 2, p. 151–157
- Rosyara, U.R., Sharma, R.C., Duveiller, E. 2006. Variation of canopy temperature depression and chlorophyll content in spring wheat genotypes and association with foliar blight resistance. J Plant Breed Group 1: 45-52
- Ruske, R.E., Gooding, M. J., Jones, S. A. 2003. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain N accumulation in winter wheat cultivars. The Journal of Agricultural Science. – 2003, vol. 140, p. 395–407
- Salvagiotti, F., Miralles D.J. 2008. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. European Journal of Agronomy 28: 282-290). ISSN: 1161-0301
- Satorre, E.H., Slafer, G.A. 1999. Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. Food Products Press NY. USA. 503pp.
- Savary, S., Teng, P.S., Willocquet, L., Nutter, F.W. 2006. Quantification and modelling crop losses: a review of purposes. Annual Review of Phytopathology. 2006;44:89–112.
- Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Simón, M.R., Cortese, F., Golik, S.I. 2014. Enfermedades foliares del trigo afectan diferencialmente la absorción y removilización del nitrógeno hacia los granos. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 34 (2): 242-246. ISSN: 0080-2069 (impresa) y 2314-369X (en línea).
- Serrago, R.A., Miralles, D.J., Slafer, G.A., 2008. Floret fertility in wheat as affected by photoperiod during stem elongation and removal of spikelets at booting. Eur. J. Agron. 28, 301-308.
- Serrago, R.A., Carretero, R., Bancal, M.O., Miralles, D.J. 2009. Foliar diseases affect the ecophysiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Agronomy 31, 195-203.
- Serrago, R. 2010. Enfermedades foliares en el cultivo de trigo: Un enfoque ecofisiológico de sus efectos sobre la generación de biomasa y los componentes del rendimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 138 pp.

- Serrago, R.A., Carretero, R., Bancal, M.O., Miralles, D.J. 2011. Grain weight response to foliar diseases control in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research* 120, 352–359.
- Serrago, R.A., Miralles, D.J. 2014. Source limitations due to leaf rust (caused by *Puccinia triticina*) during grain filling in wheat. *Crop and Pasture Science* 65:185-193
- Shabeer A., Bockus W.W. 1988. Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. *Plant Disease*, 72: 599–602.
- Shaner, G., Finney, R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67: 1051–1056.
- Sharma, R.C., Duveiller, E., Gyawali, S., Shrestha, S.M., Chaudhary, N.K., Bhatta, 2004. Resistance to *Helminthosporium* leaf blight and agronomic performance of spring wheat genotypes of diverse origins *Euphytica* 139:33-44.
- Sharma, R.C., Duveiller, E. 2006. Spot blotch continues to cause substantial grain yield reductions under resource-limited farming conditions. *J. Phytopathol.* 154, 482–488.
- Simón, M.R., Perelló, A.E., Cordo, C.A., Arriaga, H.O. 1996. Influencia de la infección tardías de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. sobre el peso de mil granos y algunos parametros de calidad en *Triticum aestivum*. *Invest. Agrar.: Prod. Prot. Veg.* 11:161–171.
- Simón, M.R., Perelló, A.E., Cordo, C.A., Struik, P.C. 2002. Influence of *Septoria tritici* on yield, yield components, and test weight of wheat under two nitrogen fertilization conditions. *Crop Sci.* 42, 1974-1981.
- Simón, M.R., Ayala, F.M., Golik, S.I., Terrile, I., Cordo, C.A., Perelló, A. E., Moreno, V., Chidichimo, H.O. 2011. Integrated Foliar Disease Management to Prevent Yield Loss in Argentinian Wheat Production. *Agron. J.* 103:1441–1451. doi:10.2134/agronj2010.0513
- Simpson, R.J., Lambers, H., Dalling, M.J. (1983). Nitrogen redistribution during grain growth in wheat (*Triticum aestivum* L.) IV. Development of a quantitative model of the translocation of nitrogen to the grain. *Plant Physiology.* 71: 7–14.
- Sinclair, T.R., Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. *Adv. Agron.* 65, 215–265.
- Slafer, G.A., Calderini, D.F., Miralles, D.J. 1996. Generation of yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. *CIMMYT Int. Symp., CIANO. Cd. Obregon, Mexico.* pp. 101-133.

- Statista. 2015. Disponible en: <http://www.statista.com/statistics/237912/global-top-wheat-producing-countries/>. Último acceso 16/2/2015
- van der Werf, A. 1996. Growth analysis and photoassimilate partitioning. In: Zamski, E., Schaffer, A. (Eds.), Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source–Sink Relationships. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 1–20.
- van den Berg, F., van den Bosch, F., and Paveley, N. D. 2013. Optimal fungicide application timings for disease control are also an effective anti-resistance strategy: A case study for *Zymoseptoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*) on wheat. *Phytopathology* 103: 1209-1219.
- Varga, B., Svenjak, Z., Macesic, D., Uher, D. 2005. Winter wheat cultivar responses to fungicide application are affected by nitrogen fertilization rate. *J. Agron. Crop Sci.* 191:130–137. doi:10.1111/j.1439-037X.2004.00133.x
- Verreet, J.A., Klink, H. 2002. The biology of fungal pathogens. Vol. 1: Fungal pathogen and diseases of cereals. Department of Plant Pathology, Christian-Albrechts University. Kiel, Germany.
- Voegelé, R.T., Mendgen, K.W. 2011. Nutrient uptake in rust fungi: How sweet is parasitic life?. *Euphytica* 179:41-55
- Waggoner, P.E., Berger, R. 1987. Defoliation, Disease and Growth. *Phytopathology* 77, 393-398.
- Wang, J., Pawelzik, E., Weinert, J., Zhao, Q., Wolf, G. 2004. Effect of fungicide treatment on the quality of wheat flour and breadmaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7593-7600.
- Wegulo, S.N. 2011. Tan spot of cereals. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2011-0426-01
- Wegulo, S., Stevens, J., Zwingman, M., Baenziger, P.S. 2012. Yield Response to Foliar Fungicide Application in Winter Wheat, *Fungicides for Plant and Animal Diseases*, Dr. Dharumadurai Dhanasekaran (Ed.), ISBN: 978-953-307-804-5, InTech, DOI: 10.5772/25716. Available from: <http://www.intechopen.com/books/fungicides-for-plant-and-animal-diseases/yield-response-to-foliar-fungicide-application-in-winter-wheat>
- Whelan, H.G., Gaunt, R.E., 1990. Yield loss:disease relationships in barley crops with different yield potentials. *Proceedings of the 43rd NZ Weed and Pest Control Conference 1990*, pp. 159–162.

- Whelan, H.G., Gaunt, R.E., Scott, W.R. 1997. The effect of leaf (Puccinia hordei) on yield response in barley (Hordeum vulgare L.) crops with different yield potentials. Plant Pathology 46, 397-406.
- Yang, X.B., Zeng, S.M., 1989. Effect of yellow rust on yield components of winter wheat in China. Plant Pathol. 38, 1-8.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. WeedResearch14: 415–421.
- Zadoks, J.C. 1985. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. Annual Review of Phytopathology. 1985;23:455–473
- Zilberstein, M., Blum, A., Eyal, Z., 1985. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of postanthesis speckled leaf blotch stress. Phytopathology 75, 226-230.
- Zuckerman, E., Eshel, A., Eyal, Z. 1997. Physiological aspects related to tolerance of spring wheat cultivars to Septoria tritici blotch. Phytopathology 87,60-65.

ANEXO

Tabla 1. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Severidad en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

	Severidad (%) EC39															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	1,30	2,16	1,19	1,55	0,68	0,62	2,03	1,11	0,81	1,05	1,00	0,95	0,56	1,67	2,05	1,43
Klein Guerrero	0,68	1,92	1,7	1,43	1,37	1,29	1,16	1,27	0,62	1,00	1,00	0,87	0,51	0,43	1,7	0,88
Baguette 11	2,94	7,06	5,24	5,08	0,29	0,64	3,65	1,53	1,11	1,33	1,00	1,15	0,33	1,60	0,75	0,89
Baguette 17	1,25	1,92	3,59	2,25	0,57	1,09	2,24	1,30	0,83	2,17	2,00	1,67	0,62	0,63	1,19	0,81
Baguette 18	0,60	1,63	1,86	1,36	0,33	1,31	1,23	0,96	0,56	0,60	0,25	0,47	0,33	0,60	1,90	0,94
Bio INTA 3004	1,46	2,73	2,70	2,30	1,25	1,46	1,98	1,56	1,10	1,67	3,56	2,11	0,57	0,79	0,70	0,69
ACA 303	1,78	1,14	2,22	1,71	1,51	0,44	1,35	1,10	0,49	1,33	1,00	0,94	0,62	0,93	1,06	0,87
ACA 315	0,63	0,98	1,25	0,95	0,01	0,21	0,86	0,36	3,75	1,32	0,81	1,96	1,22	2,00	2,00	1,74
SY 100	0,65	2,89	1,98	1,84	0,97	1,26	1,38	1,20	2,97	1,67	3,00	2,55	3,67	5,00	6,67	5,11
LE 2330	2,98	3,16	4,57	3,57	1,70	3,83	7,76	4,43	1,62	1,33	3,00	1,98	7,00	8,00	8,67	7,89
Promedio Inoculación	1,42	2,55	2,63		0,86	1,21	2,36		1,38	1,34	1,66		1,54	2,16	2,66	
Promedio Patógeno	2,20				1,48				1,46				2,21			
Promedio 2012	1,84															
Promedio 2013	1,79															
LSD †	Inoculación =0,504* ; Cultivar= 0,659** ; Año x Patógeno= 0,873* ; Año x Cultivar= 1,037** ; Patógeno x Cultivar= 0,913** ; Año x Patógeno x Cultivar= 1,370** † LSD de factores significativos (p<0,10) ‡ ; (p<0,05)* ; (p<0,001)**															

Tabla 2. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Severidad en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013.

Severidad (%) EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	5,13	11,6	12,4	9,72	10,8	22,6	22,1	18,5	16,0	15,3	21,3	17,5	15,3	25,0	26,0	22,1
Klein Guerrero	3,25	11,4	6,35	7,00	5,77	14,4	15,6	11,9	6,00	11,0	15,3	10,8	10,3	12,3	11,0	11,2
Baguette 11	10,3	15,5	25,6	17,2	12,3	22,8	22,5	19,2	13,3	15,3	15,3	14,6	16,7	16,3	17,7	16,9
Baguette 17	13,3	16,3	31,0	20,2	17,6	14,9	23,9	18,8	3,3	17,0	24,7	14,9	5,00	33,3	33,7	24,0
Baguette 18	6,78	19,3	20,3	15,4	16,1	20,3	22,2	19,5	2,7	30,3	29,7	20,9	13,0	33,0	32,3	26,1
Bio INTA 3004	16,0	19,3	28,3	21,2	10,7	15,9	20,5	15,7	10,00	20,3	15,3	15,2	14,7	24,3	26,0	21,7
ACA 303	4,37	11,2	10,1	8,57	9,34	11,2	15,7	12,1	23,7	20,7	37,3	27,2	22,7	20,7	29,7	24,3
ACA 315	4,76	15,0	5,14	8,30	8,54	12,9	18,9	13,4	22,3	22,7	22,3	22,4	20,3	36,0	29,3	28,5
SY 100	6,65	14,4	11,7	10,9	12,7	16,9	17,1	15,6	18,3	28,0	25,0	23,8	18,3	29,3	27,3	25,0
LE 2330	7,75	14,4	16,9	13,1	12,9	12,7	14,2	13,3	23,0	37,7	47,0	35,9	39,3	45,0	42,7	42,3
Promedio Inoculación	7,83	14,8	16,8		11,7	16,4	19,3		13,8	21,8	25,3		17,6	27,5	27,6	
Promedio Patógeno	13,1				15,8				20,3				24,2			
Promedio 2012	14,5															
Promedio 2013	22,3															
LSD †	Año = 2,999* ; Patógeno= 2,413* ; Inoculación =1,805** ; Cultivar= 3,012** ; Año x Cultivar= 4,291** ; Inoculación x Cultivar= 5,224* ; Año x Patógeno x Cultivar= 6,134* ; Año x Inoculación x Cultivar= 7,390*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 3. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de verdor SPAD en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

INDICE VERDOR SPAD EC39

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	20,1	17,8	17,0	18,3	23,4	18,3	17,0	19,6	22,1	14,8	13,9	16,9	21,5	19,9	16,8	19,4
Klein Guerrero	25,5	22,5	27,1	25,0	27,8	23,3	22,6	24,6	27,0	16,1	13,6	18,9	27,5	18,9	16,4	21,0
Baguette 11	24,7	23,3	17,7	21,9	29,5	24,7	24,1	26,1	24,4	19,0	19,2	20,9	24,1	18,5	18,3	20,3
Baguette 17	29,0	25,2	25,1	26,4	26,0	24,0	19,7	23,2	26,4	21,1	16,0	21,2	28,2	22,4	19,2	23,2
Baguette 18	31,0	25,8	24,6	27,1	32,3	28,6	24,8	28,6	27,5	22,0	21,0	23,5	29,9	25,0	23,4	26,1
Bio INTA 3004	26,9	23,9	24,4	25,1	27,7	26,5	22,4	25,5	31,8	24,3	17,3	24,4	34,8	24,3	23,3	27,4
ACA 303	25,2	25,4	23,3	24,6	25,3	24,6	21,5	23,8	28,1	20,2	14,0	20,8	31,1	27,5	26,7	28,4
ACA 315	26,3	23,1	23,7	24,4	25,3	22,9	20,4	22,9	28,2	17,1	17,1	20,8	25,9	22,8	20,0	22,9
SY 100	28,4	25,4	26,6	26,8	27,4	23,8	22,4	24,5	26,7	21,1	18,9	22,2	25,6	19,1	16,7	20,5
LE 2330	30,8	21,4	19,9	24,0	27,0	26,5	19,1	24,2	29,5	18,2	15,8	21,1	29,8	21,5	19,7	23,7
Promedio Inoculación	26,8	23,4	22,9		27,2	24,3	21,4		27,2	19,4	16,7		27,8	22,0	20,0	
Promedio Patógeno	24,4				24,3				21,1				23,3			
Promedio 2012	24,3															
Promedio 2013	22,2															
LSD †	Inoculación =1,408** ; Cultivar= 1,823** ; Año x Inoculación= 4,620* ; Año x Cultivar= 4,387* ; Año x Patógeno x Cultivar= 5,296 †															

† LSD de factores significativos (p<0,10)†; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 4. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de verdor SPAD en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

INDICE VERDOR SPAD EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	24,8	20,7	19,5	21,7	23,9	22,6	15,0	20,5	23,7	21,1	19,6	21,4	20,2	15,4	14,1	16,6
Klein Guerrero	33,1	26,6	23,9	27,9	34,6	28,8	27,7	30,3	36,8	29,6	26,2	30,9	30,5	27,1	28,0	28,5
Baguette 11	16,6	15,0	10,8	14,1	21,4	16,0	11,6	16,3	28,4	26,2	26,4	27,0	28,8	25,9	23,2	26,0
Baguette 17	16,0	9,8	9,0	11,6	23,8	8,0	6,1	12,6	33,7	25,0	23,8	27,5	29,5	18,3	16,8	21,5
Baguette 18	16,0	9,0	6,9	10,6	15,5	11,9	11,0	12,8	36,3	22,7	19,7	26,3	24,9	18,5	17,9	20,5
Bio INTA 3004	13,0	10,0	5,7	9,5	23,3	12,7	10,5	15,5	33,6	26,4	23,5	27,8	31,6	25,1	22,6	26,4
ACA 303	26,3	19,6	14,3	20,0	26,8	22,0	19,9	22,9	22,7	19,6	16,0	19,4	20,4	18,4	14,8	17,9
ACA 315	24,5	18,7	16,0	19,7	22,0	18,9	16,9	19,3	25,3	23,9	17,7	22,3	17,2	14,0	13,2	14,8
SY 100	20,3	15,5	11,6	15,8	20,2	14,0	11,0	15,1	26,8	20,9	18,0	21,9	24,8	22,2	20,7	22,5
LE 2330	23,9	22,5	14,9	20,5	27,3	20,2	20,2	22,6	21,3	13,4	9,8	14,9	20,3	14,2	13,4	16,0
Promedio Inoculación	21,4	16,7	13,3		23,9	17,5	15,0		28,9	22,9	20,1		24,8	19,9	18,5	
Promedio Patógeno	17,1				18,8				23,9				21,1			
Promedio 2012	18,0															
Promedio 2013	22,5															
LSD †	Año = 3,526 † ; Inoculación = 0,950** ; Cultivar = 1,562** ; Año x Patógeno = 2,936 † ; Año x Cultivar = 2,879** ; Patógeno x Cultivar = 2,770** ; Inoculación x Cultivar = 2,713* ; Año x Patógeno x Cultivar = 3,861 † ; Patógeno x Inoculación x Cultivar = 4,133 †															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 5. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de verdor SPAD en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

INDICE VERDOR SPAD EC82

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	17,6	12,1	10,5	13,4	27,0	15,6	12,9	18,5	17,5	8,4	4,4	10,1	12,6	6,4	5,6	8,2
Klein Guerrero	29,7	27,8	22,1	26,5	35,0	28,5	24,4	29,3	31,8	20,0	11,5	21,1	24,3	13,5	7,1	15,0
Baguette 11	28,3	25,4	21,2	24,9	24,8	20,8	18,9	21,5	31,8	17,2	14,0	21,0	17,2	14,0	10,3	13,8
Baguette 17	21,0	19,7	9,9	16,9	28,7	16,3	14,1	19,7	43,6	27,6	23,7	31,6	32,3	22,2	15,3	23,3
Baguette 18	16,8	13,3	9,7	13,3	24,6	12,4	11,1	16,1	38,0	20,2	18,6	25,6	36,9	24,0	19,9	26,9
Bio INTA 3004	13,4	9,5	8,8	10,6	14,8	12,2	10,1	12,4	38,0	28,2	14,0	26,7	23,7	18,3	18,0	20,0
ACA 303	25,6	23,5	21,1	23,4	29,4	21,7	20,1	23,7	31,4	18,3	13,1	20,9	22,3	6,7	3,9	11,0
ACA 315	25,7	24,3	21,0	23,7	26,6	21,1	19,4	22,3	34,3	24,1	22,7	27,0	25,6	19,3	21,3	22,1
SY 100	19,0	13,8	10,6	14,5	20,0	13,2	12,6	15,3	32,7	20,2	18,4	23,8	29,0	18,3	16,0	21,1
LE 2330	23,6	21,0	16,3	20,3	25,7	23,2	21,8	23,6	21,4	13,0	6,9	13,8	11,1	10,3	5,1	8,8
Promedio Inoculación	22,1	19,0	15,1		25,7	18,5	16,5		32,0	19,7	14,7		23,5	15,3	12,3	
Promedio Patógeno	18,7				20,2				22,2				17,0			
Promedio 2012	19,5															
Promedio 2013	19,6															
LSD †	Inoculación = 1,749** ; Cultivar = 1,861** ; Año x Patógeno = 4,234 † ; Año x Inoculación = 3,129* ; Año x Cultivar = 3,345** ; Patógeno x Cultivar = 4,189** ; Inoculación x Cultivar = 3,468* ; Año x Patógeno x Inoculación = 4,713*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 6. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar total en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFT EC39																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	11,6	7,53	6,70	8,62	9,56	9,79	10,1	9,83	6,93	5,41	4,78	5,71	7,12	6,03	6,14	6,43
Klein Guerrero	9,19	8,20	7,60	8,33	11,5	9,01	9,00	9,85	6,22	5,28	5,03	5,51	10,4	6,31	6,56	7,76
Baguette 11	9,46	8,84	5,65	7,98	10,5	8,62	9,12	9,40	6,92	4,03	3,76	4,90	7,27	5,34	6,67	6,42
Baguette 17	8,82	8,04	8,30	8,39	10,2	9,19	8,49	9,29	7,32	6,28	5,20	6,27	6,36	5,87	5,79	6,00
Baguette 18	8,93	8,01	7,65	8,19	11,1	9,60	9,38	10,0	6,29	4,72	3,13	4,71	7,04	4,46	5,10	5,53
Bio INTA 3004	8,97	6,64	5,96	7,19	9,80	9,06	9,00	9,29	6,55	5,89	5,01	5,82	6,40	4,65	4,81	5,28
ACA 303	8,69	7,78	7,22	7,90	11,9	8,45	7,39	9,26	7,38	6,86	5,26	6,50	6,42	5,46	5,30	5,73
ACA 315	9,55	8,56	6,36	8,16	9,33	7,97	8,17	8,49	6,85	5,92	5,40	6,05	5,75	5,24	4,37	5,12
SY 100	8,57	7,54	6,42	7,51	8,81	8,59	8,60	8,67	6,91	5,33	4,98	5,74	6,05	5,30	4,77	5,37
LE 2330	7,51	6,65	6,95	7,04	11,0	10,0	9,04	10,0	6,57	4,72	4,90	5,39	5,22	4,74	4,78	4,92
Promedio Inoculación	9,13	7,78	6,88		10,4	9,03	8,83		6,79	5,44	4,74		6,80	5,34	5,43	
Promedio Patógeno	7,93				9,41				5,66				5,86			
Promedio 2012	8,67															
Promedio 2013	5,76															
LSD †	Año = 2,072* ; Patógeno= 0,722* ; Inoculación =0,340** ; Cultivar= 0,527** ; Año x Patógeno= 1,681 † ; Patógeno x Inoculación = 0,728 † ; Patógeno x Cultivar= 0,903* ; Año x Patógeno x Cultivar= 1,643* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar= 1,383*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 7. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar total en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFT EC60																
Cultivar	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Klein Yará	5,93	5,97	5,52	5,80	7,62	7,63	5,61	6,95	6,48	5,99	4,35	5,60	6,17	5,24	3,82	5,07
Klein Guerrero	6,98	5,03	4,05	5,35	7,46	7,51	6,17	7,05	7,66	6,61	4,02	6,10	6,81	5,36	4,70	5,62
Baguette 11	5,03	4,41	3,36	4,27	6,86	5,98	6,26	6,37	6,78	5,63	3,92	5,44	5,24	4,39	3,95	4,53
Baguette 17	5,03	4,21	4,05	4,43	8,01	6,03	4,43	6,16	7,09	5,05	4,94	5,69	5,67	4,76	3,46	4,63
Baguette 18	5,39	4,24	3,83	4,49	6,33	6,48	5,70	6,17	6,42	4,81	4,28	5,17	5,21	4,36	3,55	4,37
Bio INTA 3004	4,46	3,94	3,38	3,93	6,87	5,28	4,66	5,60	7,50	5,74	3,88	5,71	6,11	5,14	4,31	5,19
ACA 303	6,00	5,40	4,27	5,22	7,70	7,16	7,11	7,32	7,67	6,15	4,62	6,15	4,56	4,07	3,56	4,06
ACA 315	6,59	5,85	4,15	5,53	9,01	6,27	5,51	6,93	5,86	5,13	4,30	5,10	4,41	4,12	3,22	3,92
SY 100	5,04	3,93	3,49	4,15	6,17	5,78	5,84	5,93	5,87	5,97	4,46	5,43	4,21	3,85	2,43	3,50
LE 2330	6,12	5,58	4,61	5,44	7,72	5,63	5,15	6,17	5,55	4,94	3,56	4,68	4,73	3,76	3,13	3,87
Promedio Inoculación	5,66	4,85	4,07		7,38	6,37	5,64		6,69	5,60	4,23		5,31	4,51	3,61	
Promedio Patógeno	4,86				6,46				5,51				4,47			
Promedio 2012	5,66															
Promedio 2013,	4,99															
LSD †	Inoculación =0,266** ; Cultivar= 0,382**; Año x Patógeno= 1,495* ; Año x Cultivar= 1,469** ; Año x Patógeno x Cultivar= 1,469* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar=1,117 ‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 8. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar total en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFT EC82

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	1,37	1,10	0,61	1,03	1,40	1,01	0,81	1,07	1,33	1,36	1,07	1,25	1,37	1,15	1,13	1,21
Klein Guerrero	1,22	1,13	0,93	1,09	1,90	0,96	0,90	1,25	1,95	1,44	0,93	1,44	1,60	1,33	1,02	1,31
Baguette 11	1,46	1,50	0,77	1,24	2,02	1,02	0,99	1,34	1,56	1,31	0,89	1,25	1,63	1,12	0,89	1,21
Baguette 17	1,54	1,20	0,63	1,12	2,26	0,50	0,41	1,06	2,13	1,28	1,20	1,54	1,30	1,41	0,85	1,19
Baguette 18	1,23	0,81	0,59	0,87	0,96	0,29	0,28	0,51	1,71	0,75	1,06	1,17	1,41	1,17	0,87	1,15
Bio INTA 3004	0,65	0,44	0,55	0,55	0,74	0,27	0,32	0,45	2,10	1,07	0,88	1,35	1,40	0,99	0,88	1,09
ACA 303	1,57	1,82	1,30	1,56	1,71	1,47	1,74	1,64	2,31	1,76	1,37	1,81	1,74	1,23	1,33	1,43
ACA 315	1,72	1,55	1,17	1,48	1,61	1,34	1,30	1,42	1,97	1,50	1,10	1,52	1,91	1,44	1,09	1,48
SY 100	1,77	0,98	0,63	1,13	1,70	0,50	0,33	0,84	2,03	1,32	1,03	1,46	1,38	1,33	0,85	1,18
LE 2330	1,40	1,24	0,93	1,19	1,31	0,96	0,76	1,01	1,85	1,54	1,30	1,56	1,33	1,22	0,86	1,14
Promedio Inoculación	1,39	1,18	0,81		1,56	0,83	0,78		1,89	1,33	1,08		1,51	1,24	0,98	
Promedio Patógeno	1,13				1,06				1,43				1,24			
Promedio 2012	1,09															
Promedio 2013	1,34															
LSD †	Patógeno= 0,134 † ; Inoculación =0,115** ; Cultivar= 0,145** ; Año x Cultivar= 0,350** ; Inoculación x Cultivar= 0,262* ; Año x Patógeno x Inoculación= 0,356* ; Año x Inoculación x Cultivar= 0,435*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 9. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar verde en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV EC39

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	9,17	5,94	5,31	6,81	7,93	7,43	6,84	7,40	5,95	4,44	4,20	4,86	6,28	5,07	4,91	5,42
Klein Guerrero	8,09	6,79	5,92	6,93	8,87	7,20	6,86	7,64	5,54	4,60	4,40	4,85	9,64	5,87	5,91	7,14
Baguette 11	7,25	6,01	4,23	5,83	8,99	7,51	6,65	7,72	6,09	3,46	3,29	4,28	6,18	4,68	5,83	5,57
Baguette 17	7,37	6,42	6,25	6,68	8,82	7,52	6,48	7,61	6,59	5,23	4,58	5,47	5,70	5,06	5,01	5,26
Baguette 18	7,79	6,42	6,30	6,83	9,61	7,45	6,90	7,99	5,76	4,27	2,93	4,32	6,29	3,75	4,49	4,84
Bio INTA 3004	7,23	5,05	4,37	5,55	8,25	7,11	7,01	7,46	6,00	5,19	4,12	5,10	5,88	4,00	4,12	4,67
ACA 303	6,81	6,43	5,61	6,28	9,94	7,43	6,20	7,85	6,42	6,00	4,57	5,66	5,92	4,80	4,75	5,16
ACA 315	7,31	6,67	4,95	6,31	8,41	6,67	6,41	7,16	5,97	5,03	4,49	5,17	5,06	4,46	3,73	4,42
SY 100	7,59	6,09	5,16	6,28	7,05	6,98	6,74	6,92	5,92	4,61	4,31	4,94	5,16	4,34	3,77	4,42
LE 2330	6,01	5,19	5,12	5,44	9,34	7,30	6,19	7,61	5,72	3,98	4,25	4,65	4,13	3,90	3,78	3,94
Promedio Inoculación	7,46	6,10	5,32		8,72	7,26	6,63		6,00	4,68	4,11		6,02	4,59	4,63	
Promedio Patógeno	6,29				7,53				4,93				5,08			
Promedio 2012	6,91															
Promedio 2013	5,01															
LSD †	Año = 1,714* ; Patógeno= 0,752 ‡ ; Inoculación =0,261** ; Cultivar= 0,461** ; Patógeno x Cultivar= 0,862* ; Año x Patógeno x Cultivar= 1,415**															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 10. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar verde en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV EC60

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	5,21	4,53	4,19	4,65	5,53	4,21	3,23	4,32	5,06	4,49	3,28	4,28	4,81	3,78	2,91	3,83
Klein Guerrero	6,37	3,89	3,27	4,51	6,07	4,76	3,91	4,91	6,68	5,33	3,01	5,01	5,38	4,29	3,81	4,49
Baguette 11	4,08	3,31	2,12	3,17	4,76	3,44	3,47	3,89	5,49	4,18	3,07	4,24	3,98	3,26	2,99	3,41
Baguette 17	4,11	3,16	2,42	3,23	5,30	3,50	2,51	3,77	6,48	4,06	3,67	4,74	4,90	3,23	2,54	3,56
Baguette 18	4,38	2,95	2,66	3,33	4,36	3,80	3,29	3,82	5,87	3,19	3,00	4,02	4,38	2,61	2,52	3,17
Bio INTA 3004	3,38	2,74	2,08	2,73	5,06	3,44	3,01	3,83	6,36	4,24	3,23	4,61	5,07	3,89	3,09	4,02
ACA 303	5,14	4,21	3,26	4,20	5,74	5,21	4,66	5,20	6,17	4,77	2,94	4,63	3,63	3,23	2,67	3,18
ACA 315	5,74	4,45	3,53	4,57	7,10	4,48	3,52	5,03	4,77	4,05	3,36	4,06	3,40	3,00	2,43	2,94
SY 100	4,20	3,00	2,62	3,28	4,63	4,12	3,94	4,23	4,51	4,05	3,31	3,96	3,34	2,64	1,70	2,56
LE 2330	4,96	3,93	3,43	4,11	5,20	3,78	3,26	4,08	4,33	3,31	2,26	3,30	3,01	2,18	2,09	2,43
Promedio Inoculación	4,76	3,62	2,96		5,37	4,07	3,48		5,57	4,17	3,11		4,19	3,21	2,67	
Promedio Patógeno	3,78				4,31				4,28				3,36			
Promedio 2012	4,04															
Promedio 2013	3,82															
LSD †	Inoculación = 0,196** ; Cultivar = 0,306** ; Año x Patógeno = 1,079* ; Patógeno x Inoculación = 0,513 † ; Año x Cultivar = 1,030** ; Inoculación x Cultivar = 0,587 † ; Año x Patógeno x Inoculación = 1,034* ; Año x Patógeno x Cultivar = 1,055*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 11. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Índice de área foliar verde en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV EC82																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	0,51	0,28	0,12	0,30	0,35	0,09	0,07	0,17	0,67	0,28	0,25	0,40	0,09	0,00	0,00	0,03
Klein Guerrero	0,47	0,30	0,14	0,30	0,66	0,18	0,10	0,31	1,02	0,66	0,49	0,73	0,59	0,38	0,22	0,40
Baguette 11	0,41	0,29	0,05	0,25	0,40	0,09	0,06	0,18	1,07	0,43	0,23	0,58	0,40	0,19	0,15	0,24
Baguette 17	0,43	0,20	0,04	0,22	0,46	0,07	0,02	0,18	1,78	0,82	0,58	1,06	0,93	0,51	0,53	0,66
Baguette 18	0,33	0,12	0,05	0,16	0,14	0,02	0,01	0,06	1,45	0,42	0,30	0,72	1,03	0,01	0,21	0,42
Bio INTA 3004	0,14	0,07	0,06	0,09	0,15	0,04	0,02	0,07	1,68	0,72	0,56	0,99	0,97	0,45	0,53	0,65
ACA 303	0,52	0,39	0,22	0,38	0,39	0,27	0,25	0,30	1,35	1,10	0,55	1,00	0,95	0,31	0,17	0,48
ACA 315	0,58	0,33	0,15	0,35	0,35	0,19	0,18	0,24	1,64	1,13	0,84	1,20	1,51	1,11	0,86	1,16
SY 100	0,50	0,16	0,06	0,24	0,31	0,08	0,04	0,14	1,14	0,51	0,44	0,70	0,81	0,52	0,43	0,59
LE 2330	0,41	0,23	0,10	0,25	0,19	0,14	0,09	0,14	0,70	0,38	0,20	0,43	0,27	0,05	0,00	0,11
Promedio Inoculación	0,43	0,24	0,10		0,34	0,12	0,08		1,25	0,64	0,45		0,76	0,35	0,31	
Promedio Patógeno	0,25				0,18				0,78				0,47			
Promedio 2012	0,22															
Promedio 2013	0,62															
LSD †	Año = 0,517 ‡ ; Inoculación =0,064** ; Cultivar= 0,094** ; Año x Inoculación= 0,468** ; Patógeno x Inoculación = 0,272* ; Año x Cultivar= 0,412** ; Inoculación x Cultivar= 0,166 ‡ ; Año x Patógeno x Inoculación= 0,409 ‡ ; Año x Inoculación x Cultivar= 0,391*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡ ; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 12. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Área Foliar no verde en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

% AFNV EC39																
Cultivar	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Klein Yarará	21,5	21,0	20,9	21,1	17,2	24,2	32,2	24,6	14,1	18,0	12,7	14,9	11,7	15,7	20,7	16,0
Klein Guerrero	12,2	17,4	22,1	17,3	23,4	20,1	23,8	22,4	11,1	15,0	12,7	13,0	7,5	6,7	9,7	8,0
Baguette 11	23,1	32,0	25,0	26,7	13,6	12,8	27,0	17,8	11,4	14,0	12,7	12,7	14,2	12,3	12,3	12,9
Baguette 17	15,5	20,3	24,7	20,2	13,2	18,1	23,7	18,3	10,1	16,8	12,0	13,0	10,2	13,7	13,5	12,5
Baguette 18	12,5	19,7	17,7	16,6	13,6	22,3	26,3	20,7	8,9	11,0	6,6	8,8	10,6	16,0	11,4	12,7
Bio INTA 3004	19,3	23,8	26,2	23,1	15,9	21,5	21,6	19,7	9,1	13,1	18,6	13,6	7,9	13,8	14,0	11,9
ACA 303	21,4	17,2	22,0	20,2	16,6	11,7	16,0	14,8	13,0	12,7	13,5	13,1	8,0	12,2	10,2	10,1
ACA 315	23,6	22,4	22,4	22,8	9,7	17,0	21,3	16,0	13,7	15,0	15,6	14,8	12,1	14,8	14,3	13,7
SY 100	11,7	19,0	19,8	16,8	19,9	18,5	21,7	20,0	14,3	13,6	13,6	13,9	14,7	18,3	21,6	18,2
LE 2330	20,1	22,0	26,5	22,8	15,0	27,6	31,7	24,8	12,5	16,1	13,8	14,1	21,1	17,6	20,3	19,7
Promedio Inoculación	18,1	21,5	22,7		15,8	19,4	24,5		11,8	14,5	13,2		11,8	14,1	14,8	
Promedio Patógeno	20,8				19,9				13,2				13,6			
Promedio 2012	20,3															
Promedio 2013	13,4															
LSD †	Año = 2,329* ; Inoculación =1,332** ; Cultivar= 1,949** ; Año x Inoculación= 1,989* ; Patógeno x Inoculación = 2,333 † ; Año x Cultivar= 2,855* ; Patógeno x Cultivar= 3,091** ; Año x Patógeno x Cultivar= 4,174** ; Patógeno x Inoculación x Cultivar=5,002* ; Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar =6,975*															

† LSD de factores significativos (p<0,10)†; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 13. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Área Foliar no verde en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

% AFNV EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	12,3	24,0	23,9	20,1	27,4	44,7	41,8	38,0	22,8	23,0	25,0	23,58	21,7	27,4	23,8	24,27
Klein Guerrero	8,75	22,7	19,6	17,0	18,7	35,3	36,2	30,1	13,1	18,3	25,7	19,02	20,8	20,4	19,4	20,19
Baguette 11	18,8	25,1	37,6	27,2	30,7	42,4	44,6	39,2	19,3	24,0	21,6	21,62	23,7	26,0	24,3	24,66
Baguette 17	18,6	25,3	40,4	28,1	34,1	41,7	43,5	39,8	8,54	19,0	25,5	17,68	13,0	33,0	27,2	24,41
Baguette 18	18,8	30,1	30,9	26,6	31,2	41,4	42,3	38,3	8,63	28,8	29,1	22,19	15,9	39,9	29,0	28,27
Bio INTA 3004	24,4	30,4	38,4	31,1	27,4	35,1	35,9	32,8	14,8	25,9	17,1	19,27	17,0	24,2	28,5	23,26
ACA 303	14,1	22,1	23,5	19,9	25,4	27,2	34,1	28,9	19,5	23,7	35,4	26,19	20,5	19,3	24,4	21,39
ACA 315	12,8	23,9	15,1	17,3	22,3	28,3	36,3	29,0	18,6	21,0	20,8	20,11	22,8	27,4	24,3	24,84
SY 100	16,5	23,8	24,6	21,7	25,2	28,4	32,6	28,7	22,5	30,6	25,5	26,19	20,2	31,3	29,1	26,85
LE 2330	18,6	29,6	25,3	24,5	32,5	32,3	36,6	33,8	21,9	32,8	36,7	30,45	36,6	42,3	33,2	37,35
Promedio Inoculación	16,4	25,7	27,9		27,5	35,7	38,4		17,0	24,7	26,2		21,2	29,1	26,3	
Promedio Patógeno	23,3				33,9				22,6				25,5			
Promedio 2012	28,6															
Promedio 2013	24,1															
LSD †	Año = 2,275* ; Patógeno= 3,611* ; Inoculación =1,363** ; Cultivar= 2,642**; Año x Patógeno= 3,578*; Año x Inoculación= 1,988*; Año x Cultivar= 3,706 **; Patógeno x Cultivar= 4,523* ;Inoculación x Cultivar= 4,522* ; Año x Patógeno x Cultivar= 5,788* ; Año x Inoculación x Cultivar= 6,397*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡ (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 14. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de % Área Foliar no verde en EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

%AFNV EC82																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	63,6	74,8	80,9	73,1	74,7	90,6	92,1	85,8	64,0	87,4	83,3	78,2	93,3	100	100	97,8
Klein Guerrero	61,6	73,8	85,6	73,6	65,3	80,0	86,9	77,4	47,0	54,5	53,3	51,6	62,6	66,4	80,1	69,7
Baguette 11	72,3	80,1	94,0	82,1	80,3	89,7	94,3	88,1	32,5	72,4	72,6	59,2	72,9	85,0	83,2	80,4
Baguette 17	72,5	81,1	96,4	83,3	79,5	85,0	94,9	86,5	16,0	35,9	46,6	32,8	27,1	62,0	38,5	42,6
Baguette 18	73,4	85,3	92,3	83,7	85,4	91,7	97,7	91,6	13,7	31,5	66,4	37,2	26,4	99,5	69,4	65,1
Bio INTA 3004	78,5	84,5	89,3	84,1	80,1	85,5	93,4	86,3	19,5	27,8	33,0	26,8	31,8	54,3	38,8	41,6
ACA 303	67,0	78,3	82,8	76,0	77,0	82,0	85,4	81,5	43,1	38,6	67,6	49,8	45,1	76,4	86,8	69,5
ACA 315	66,4	78,7	86,9	77,3	78,0	85,9	86,7	83,5	15,9	24,5	26,6	22,3	20,4	23,7	19,8	21,3
SY 100	72,3	83,9	90,3	82,1	82,1	84,7	86,7	84,5	42,8	65,7	50,7	53,1	37,9	58,6	48,1	48,2
LE 2330	70,9	81,6	88,6	80,4	85,7	84,5	88,1	86,1	62,8	77,0	85,7	75,2	79,0	95,6	100,0	91,6
Promedio Inoculación	69,8	80,2	88,7		78,8	86,0	90,6		35,7	51,5	58,6		49,7	72,2	66,5	
Promedio Patógeno	79,6				85,1				48,6				62,8			
Promedio 2012	82,4															
Promedio 2013	55,7															
LSD †	Año = 27,279 † ; Inoculación = 4,519** ; Cultivar = 6,321** ; Año x Inoculación = 23,407 † ; Año x Cultivar = 20,774** ; Patógeno x Cultivar = 14,681 †															

† LSD de factores significativos ($p < 0,10$) †; ($p < 0,05$)*; ($p < 0,001$)**

Tabla 15. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera (HB) para el estadio EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

	IAFV HB EC39															
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	2,47	1,91	1,76	2,05	2,45	2,23	2,09	2,26	2,35	1,87	1,43	1,88	2,22	1,80	1,56	1,86
Klein Guerrero	2,37	2,07	1,94	2,13	2,28	2,01	1,93	2,08	2,32	1,85	1,60	1,92	3,20	1,98	1,69	2,29
Baguette 11	1,84	1,67	1,32	1,61	2,01	1,78	1,67	1,82	2,05	1,35	1,24	1,55	1,83	1,65	1,70	1,72
Baguette 17	2,04	1,91	1,88	1,94	2,78	2,15	2,11	2,35	2,18	1,94	1,78	1,97	1,84	1,76	1,74	1,78
Baguette 18	1,87	1,85	1,60	1,77	2,32	1,95	1,70	1,99	2,00	1,49	1,07	1,52	1,98	1,09	1,38	1,48
Bio INTA 3004	1,95	1,47	1,37	1,60	2,25	2,19	1,93	2,12	2,47	2,03	1,75	2,08	2,09	1,63	1,56	1,76
ACA 303	1,95	1,71	1,61	1,76	2,46	1,89	1,96	2,10	2,58	2,34	1,86	2,26	2,28	1,89	1,78	1,99
ACA 315	2,28	2,04	1,59	1,97	2,31	1,85	1,86	2,01	2,31	2,11	1,79	2,07	1,99	1,78	1,39	1,72
SY 100	2,41	1,74	1,60	1,92	2,39	2,33	2,23	2,32	2,20	1,67	1,62	1,83	2,00	1,69	1,40	1,70
LE 2330	1,93	1,64	1,43	1,66	2,73	2,28	2,00	2,34	2,18	1,74	1,98	1,97	1,74	1,68	1,57	1,66
Promedio Inoculación	2,11	1,80	1,61		2,40	2,06	1,95		2,26	1,84	1,61		2,12	1,70	1,58	
Promedio Patógeno	1,84				2,14				1,90				1,80			
Promedio 2012	1,99															
Promedio 2013	1,85															
LSD †	Inoculación =0,088** ; Cultivar= 0,158** ; Año x Patógeno= 0,275* ; Año x Cultivar= 0,285* ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,374*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 16. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -1 (HB-1) para el estadio EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-1 EC39																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	2,39	1,88	1,49	1,92	2,52	2,34	2,31	2,39	1,88	1,40	1,41	1,56	2,12	1,81	1,74	1,89
Klein Guerrero	2,37	2,07	1,94	2,13	2,28	2,01	1,93	2,08	2,32	1,85	1,60	1,92	3,20	1,98	1,69	2,29
Baguette 11	2,16	1,83	1,32	1,77	2,30	1,94	2,02	2,09	1,66	1,14	1,01	1,27	2,02	1,54	1,79	1,78
Baguette 17	2,12	2,00	1,94	2,02	2,62	2,19	2,02	2,28	1,84	1,78	1,39	1,67	1,75	1,62	1,64	1,67
Baguette 18	2,14	1,80	1,88	1,94	2,45	2,20	2,11	2,25	1,62	1,36	0,84	1,27	2,02	1,24	1,49	1,58
Bio INTA 3004	2,12	1,62	1,36	1,70	2,26	2,04	2,15	2,15	1,56	1,67	1,21	1,48	1,99	1,31	1,48	1,59
ACA 303	2,00	1,78	1,69	1,82	2,90	2,06	1,85	2,27	1,82	1,78	1,48	1,69	1,89	1,57	1,54	1,67
ACA 315	2,00	1,89	1,41	1,77	2,60	2,09	1,93	2,21	1,85	1,56	1,37	1,60	1,63	1,54	1,25	1,48
SY 100	2,09	1,77	1,51	1,79	2,10	1,92	1,94	1,99	1,86	1,52	1,41	1,60	1,67	1,48	1,28	1,48
LE 2330	1,95	1,61	1,79	1,78	3,09	2,34	2,17	2,53	1,69	1,18	1,30	1,39	1,49	1,40	1,43	1,44
Promedio Inoculación	2,13	1,82	1,63		2,51	2,11	2,04		1,81	1,52	1,30		1,98	1,55	1,53	
Promedio Patógeno	1,86				2,22				1,54				1,68			
Promedio 2012	2,04															
Promedio 2013	1,61															
LSD †	Año = 0,435* ; Patógeno= 0,160* ; Inoculación =0,084** ; Cultivar= 0,152** ; Año x Cultivar= 0,331 ‡ ; Patógeno x Cultivar= 0,237* ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,389*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 17. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -2 (HB-2) para el estadio EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-2 EC39																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	2,17	1,64	1,26	1,69	1,99	1,92	1,80	1,90	1,10	0,84	0,84	0,93	1,20	1,00	1,10	1,10
Klein Guerrero	1,72	1,49	1,32	1,51	2,28	1,82	1,62	1,90	0,93	0,86	0,92	0,91	1,86	1,27	1,39	1,51
Baguette 11	1,62	1,44	1,02	1,36	2,10	1,65	1,57	1,77	1,73	0,70	0,63	1,02	1,47	0,98	1,26	1,24
Baguette 17	1,61	1,40	1,33	1,45	2,00	1,67	1,45	1,71	1,31	1,05	0,91	1,09	1,28	1,13	1,13	1,18
Baguette 18	1,70	1,38	1,37	1,48	1,90	1,66	1,71	1,76	1,02	0,81	0,53	0,79	1,40	0,87	1,06	1,11
Bio INTA 3004	1,67	1,22	1,04	1,31	1,84	1,64	1,65	1,71	1,01	0,83	0,67	0,84	1,06	0,71	0,72	0,83
ACA 303	1,57	1,37	1,33	1,42	2,24	1,63	1,37	1,75	1,06	1,02	0,85	0,97	1,02	0,78	0,84	0,88
ACA 315	1,70	1,51	1,09	1,43	1,98	1,51	1,53	1,67	1,02	0,87	0,86	0,92	0,98	0,79	0,71	0,83
SY 100	1,52	1,29	1,03	1,28	1,53	1,42	1,50	1,48	1,13	0,93	0,80	0,95	0,96	0,89	0,81	0,89
LE 2330	1,39	1,14	1,24	1,26	2,25	1,66	1,36	1,76	1,03	0,66	0,69	0,79	0,72	0,62	0,57	0,63
Promedio Inoculación	1,67	1,39	1,20		2,01	1,66	1,56		1,13	0,86	0,77		1,19	0,90	0,96	
Promedio Patógeno	1,42				1,74				0,92				1,02			
Promedio 2012	1,58															
Promedio 2013	0,97															
LSD †	Año = 0,449* ; Patógeno= 0,174* ; Inoculación =0,077** ; Cultivar= 0,123** ; Año x Cultivar= 0,336* ; Patógeno x Cultivar= 0,214* ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,367*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 18. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -3 (HB-3) para el estadio EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-3 EC39																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	1,69	0,49	0,69	0,96	0,89	0,87	0,64	0,80	0,53	0,32	0,42	0,42	0,63	0,43	0,46	0,51
Klein Guerrero	1,18	0,96	0,80	0,98	1,38	0,92	1,06	1,12	0,57	0,39	0,44	0,47	1,24	0,47	0,71	0,81
Baguette 11	1,31	1,04	0,49	0,94	1,68	1,29	1,11	1,36	0,50	0,24	0,32	0,35	0,78	0,46	0,99	0,74
Baguette 17	1,29	0,91	1,03	1,08	1,22	1,24	0,77	1,08	0,83	0,36	0,42	0,54	0,64	0,49	0,40	0,51
Baguette 18	1,41	1,09	1,04	1,18	1,76	1,38	1,16	1,43	0,70	0,43	0,33	0,49	0,78	0,45	0,47	0,57
Bio INTA 3004	1,20	0,67	0,53	0,80	1,38	0,96	1,02	1,12	0,69	0,50	0,42	0,54	0,54	0,29	0,26	0,36
ACA 303	1,11	1,11	0,84	1,02	1,72	1,14	0,78	1,21	0,72	0,54	0,33	0,53	0,56	0,43	0,53	0,51
ACA 315	1,22	1,03	0,82	1,02	1,21	0,96	0,90	1,03	0,55	0,42	0,40	0,46	0,41	0,31	0,33	0,35
SY 100	1,08	0,94	0,87	0,96	0,93	1,02	0,97	0,97	0,55	0,43	0,37	0,45	0,46	0,27	0,22	0,32
LE 2330	0,70	0,69	0,64	0,68	0,96	0,89	0,56	0,80	0,64	0,32	0,22	0,39	0,18	0,19	0,19	0,19
Promedio Inoculación	1,22	0,89	0,77		1,31	1,07	0,90		0,63	0,40	0,37		0,62	0,38	0,46	
Promedio Patógeno	0,96				1,1				0,46				0,48			
Promedio 2012	1,03															
Promedio 2013	0,47															
LSD †	Año = 0,406* ; Inoculación =0,046** ; Cultivar= 0,101**; Año x Inoculación= 0,372**; Año x Cultivar= 0,306* ; Patógeno x Cultivar= 0,207** ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,333* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,281*; Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar =0,422 ‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 19. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -4 (HB-4) para el estadio EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-4 EC39																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	0,45	0,02	0,10	0,19	0,09	0,07	0,00	0,05	0,10	0,02	0,09	0,07	0,10	0,03	0,05	0,06
Klein Guerrero	0,45	0,31	0,08	0,28	0,32	0,16	0,17	0,22	0,19	0,05	0,04	0,09	0,22	0,07	0,15	0,15
Baguette 11	0,31	0,04	0,08	0,14	0,90	0,75	0,28	0,64	0,15	0,03	0,09	0,09	0,08	0,06	0,10	0,08
Baguette 17	0,31	0,20	0,08	0,19	0,21	0,28	0,12	0,20	0,38	0,07	0,09	0,18	0,18	0,06	0,11	0,11
Baguette 18	0,63	0,30	0,39	0,44	1,17	0,28	0,18	0,54	0,37	0,18	0,16	0,24	0,11	0,11	0,09	0,10
Bio INTA 3004	0,28	0,07	0,06	0,14	0,53	0,30	0,26	0,36	0,27	0,16	0,07	0,17	0,20	0,05	0,11	0,12
ACA 303	0,19	0,44	0,14	0,26	0,53	0,61	0,24	0,46	0,24	0,27	0,07	0,19	0,18	0,10	0,07	0,12
ACA 315	0,11	0,20	0,04	0,12	0,29	0,23	0,18	0,23	0,22	0,07	0,07	0,12	0,06	0,03	0,05	0,05
SY 100	0,50	0,35	0,14	0,33	0,10	0,30	0,10	0,17	0,18	0,05	0,11	0,11	0,07	0,01	0,06	0,05
LE 2330	0,04	0,12	0,02	0,06	0,31	0,14	0,09	0,18	0,18	0,08	0,05	0,11	0,00	0,01	0,02	0,01
Promedio Inoculación	0,33	0,20	0,11		0,44	0,31	0,16		0,23	0,10	0,08		0,12	0,05	0,08	
Promedio Patógeno	0,21				0,31				0,14				0,09			
Promedio 2012	0,26															
Promedio 2013	0,11															
LSD †	Año = 0,067* ; Inoculación =0,047 **; Cultivar= 0,075**; Año x Inoculación= 0,064*; Año x Cultivar= 0,106** ; Patógeno x Cultivar= 0,125** ; Inoculación x Cultivar= 0,131*; Año x Patógeno x Cultivar= 0,162**; Año x Inoculación x Cultivar= 0,184 ‡															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 20. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera (HB) para el estadio EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yarará	1,35	1,24	1,43	1,34	1,80	1,51	1,34	1,55	2,10	1,76	1,32	1,73	1,94	1,76	1,35	1,69
Klein Guerrero	1,43	0,97	0,71	1,04	1,73	1,40	1,06	1,40	2,02	1,73	0,98	1,58	1,75	1,50	1,18	1,48
Baguette 11	1,32	1,24	0,91	1,16	1,58	1,43	1,45	1,48	2,10	1,57	1,23	1,64	1,65	1,20	1,17	1,34
Baguette 17	1,47	1,32	1,22	1,34	2,24	1,59	1,21	1,68	2,53	1,89	1,83	2,08	2,01	1,82	1,29	1,71
Baguette 18	1,46	1,16	1,16	1,26	1,96	1,63	1,52	1,70	2,25	1,82	1,58	1,88	1,92	1,51	1,14	1,52
Bio INTA 3004	1,28	1,07	0,93	1,09	1,99	1,34	1,29	1,54	2,96	1,57	1,38	1,97	2,31	1,92	1,45	1,89
ACA 303	1,51	1,49	0,97	1,32	1,95	1,82	1,53	1,77	3,29	2,26	1,62	2,39	1,84	1,71	1,38	1,64
ACA 315	1,85	1,71	1,10	1,55	2,32	1,57	1,40	1,76	2,54	2,10	1,64	2,09	1,94	1,78	1,26	1,66
SY 100	1,57	1,29	1,00	1,29	2,04	1,87	1,64	1,85	2,12	2,09	1,70	1,97	1,69	1,39	0,88	1,32
LE 2330	1,41	1,25	1,22	1,29	1,75	1,44	1,19	1,46	2,24	1,86	1,47	1,86	1,67	1,42	1,08	1,39
Promedio Inoculación	1,46	1,27	1,07		1,94	1,56	1,36		2,42	1,87	1,47		1,87	1,60	1,22	
Promedio Patógeno		1,27				1,62				1,92				1,56		
Promedio 2012	1,44															
Promedio 2013	1,74															
LSD †	Inoculación = 0,085** ; Cultivar= 0,129** ; Año x Patógeno= 0,450* ; Año x Inoculación= 0,495* ; Año x Cultivar= 0,432* ; Año x Patógeno x Inoculación= 0,435* ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,447*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 21. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -1 (HB-1) para el estadio EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-1 EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yará	1,74	1,87	1,59	1,73	1,94	1,63	1,19	1,59	2,10	1,92	1,53	1,85	2,23	1,74	1,37	1,78
Klein Guerrero	2,11	1,42	1,11	1,55	1,99	1,74	1,49	1,74	2,44	2,09	1,19	1,91	2,24	1,75	1,56	1,85
Baguette 11	1,40	1,17	0,77	1,11	1,81	1,58	1,44	1,61	2,31	1,78	1,34	1,81	1,88	1,42	1,27	1,52
Baguette 17	1,38	1,05	0,92	1,12	2,03	1,30	0,94	1,43	2,31	1,67	1,45	1,81	1,90	1,18	0,97	1,35
Baguette 18	1,59	1,13	0,93	1,22	1,66	1,45	1,21	1,44	2,22	1,12	1,07	1,47	1,85	0,95	1,03	1,28
Bio INTA 3004	1,14	0,98	0,72	0,95	1,79	1,20	1,14	1,38	2,37	1,69	1,31	1,79	2,02	1,57	1,29	1,63
ACA 303	1,72	1,62	1,18	1,51	1,94	1,89	1,87	1,90	2,35	1,82	1,04	1,74	1,50	1,28	1,15	1,31
ACA 315	1,94	1,69	1,21	1,61	2,59	1,64	1,37	1,87	1,95	1,54	1,37	1,62	1,39	1,19	1,05	1,21
SY 100	1,44	1,01	0,91	1,12	1,64	1,52	1,38	1,51	1,67	1,50	1,29	1,48	1,25	0,99	0,57	0,94
LE 2330	1,74	1,44	1,13	1,43	1,85	1,51	1,38	1,58	1,73	1,33	0,75	1,27	1,22	0,66	0,95	0,94
Promedio Inoculación	1,62	1,34	1,05		1,93	1,55	1,34		2,14	1,65	1,23		1,75	1,27	1,12	
Promedio Patógeno	1,33				1,60				1,68				1,38			
Promedio 2012	1,47															
Promedio 2013	1,53															
LSD †	Inoculación =0,061** ; Cultivar= 0,123** ; Año x Patógeno= 0,328* ; Año x Inoculación= 0,364* ; Patógeno x Inoculación = 0,182* ; Año x Cultivar= 0,311** ; Año x Patógeno x Inoculación= 0,320 † ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,355* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,325*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 22. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -2 (HB-2) para el estadio EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-2 EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein																
Yarará	1,35	1,10	0,94	1,13	1,34	0,95	0,59	0,96	0,78	0,81	0,41	0,67	0,62	0,28	0,18	0,36
Klein																
Guerrero	1,73	1,07	1,06	1,29	1,63	1,25	1,04	1,31	1,69	1,35	0,81	1,28	1,26	1,01	1,05	1,10
Baguette 11	0,95	0,68	0,40	0,67	1,16	0,40	0,46	0,67	1,02	0,77	0,48	0,75	0,45	0,61	0,55	0,54
Baguette 17	0,82	0,59	0,28	0,56	0,87	0,54	0,30	0,57	1,27	0,48	0,39	0,71	0,97	0,23	0,27	0,49
Baguette 18	1,06	0,53	0,54	0,71	0,69	0,71	0,56	0,65	1,21	0,25	0,33	0,60	0,61	0,15	0,33	0,36
Bio INTA 3004	0,69	0,57	0,37	0,54	1,08	0,77	0,44	0,76	0,99	0,81	0,49	0,76	0,69	0,40	0,34	0,48
ACA 303	1,37	0,89	0,84	1,03	1,40	1,20	0,96	1,19	0,50	0,64	0,25	0,47	0,30	0,24	0,14	0,22
ACA 315	1,35	0,85	0,89	1,03	1,65	0,97	0,61	1,07	0,28	0,41	0,35	0,34	0,07	0,03	0,13	0,08
SY 100	0,92	0,59	0,61	0,71	0,75	0,55	0,68	0,66	0,65	0,46	0,33	0,48	0,39	0,26	0,23	0,30
LE 2330	1,30	1,04	0,75	1,03	1,24	0,68	0,52	0,82	0,36	0,11	0,03	0,17	0,12	0,09	0,06	0,09
Promedio Inoculación	1,15	0,79	0,67		1,18	0,80	0,62		0,87	0,61	0,39		0,55	0,33	0,33	
Promedio Patógeno	0,87				0,87				0,62				0,40			
Promedio 2012	0,87															
Promedio 2013	0,51															
LSD †	Año = 0,361 F ; Patógeno= 0,100* ; Inoculación =0,060** ; Cultivar= 0,096** ; Año x Patógeno= 0,305* ; Año x Inoculación= 0,308* ; Año x Cultivar= 0,271** ; Inoculación x Cultivar= 0,167* ; Año x Patógeno x Inoculación= 0,276* ; Año x Inoculación x Cultivar= 0,305**															

† LSD de factores significativos (p<0,10) F; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 23. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de IAFV en hoja bandera -3 (HB-3) para el estadio EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

IAFV HB-3 EC60																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	0,77	0,33	0,24	0,45	0,45	0,12	0,10	0,22	0,09	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01
Klein Guerrero	1,08	0,43	0,40	0,64	0,72	0,37	0,33	0,47	0,53	0,16	0,03	0,24	0,12	0,02	0,02	0,05
Baguette 11	0,41	0,22	0,05	0,22	0,21	0,04	0,12	0,12	0,05	0,05	0,02	0,04	0,00	0,03	0,01	0,01
Baguette 17	0,44	0,19	0,00	0,21	0,16	0,08	0,06	0,10	0,38	0,01	0,01	0,13	0,03	0,00	0,01	0,01
Baguette 18	0,28	0,14	0,03	0,15	0,06	0,01	0,00	0,02	0,19	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01
Bio INTA 3004	0,26	0,12	0,05	0,15	0,20	0,13	0,13	0,15	0,03	0,18	0,05	0,09	0,05	0,00	0,02	0,02
ACA 303	0,55	0,20	0,26	0,34	0,45	0,29	0,31	0,35	0,03	0,05	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
ACA 315	0,60	0,20	0,34	0,38	0,54	0,30	0,14	0,33	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SY 100	0,27	0,13	0,10	0,17	0,20	0,17	0,25	0,20	0,08	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
LE 2330	0,52	0,20	0,34	0,35	0,36	0,15	0,17	0,22	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio Inoculación	0,52	0,21	0,18		0,33	0,17	0,16		0,14	0,05	0,02		0,02	0,01	0,01	
Promedio Patógeno	0,31				0,22				0,07				0,01			
Promedio 2012	0,26															
Promedio 2013	0,04															
LSD †	Año = 0,0899* ; Patógeno= 0,040* ; Inoculación =0,027** ; Cultivar= 0,039** ; Año x Inoculación= 0,068** ; Patógeno x Inoculación = 0,044** ; Año x Cultivar= 0,073** ; Patógeno x Cultivar= 0,060** ; Inoculación x Cultivar= 0,069** ; Año x Patógeno x Cultivar= 0,092* ; Año x Inoculación x Cultivar= 0,105* ; Patógeno x Inoculación x Cultivar=0,100**															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 24. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Biomasa aérea en EC39 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Biomasa EC39 (g.m ⁻²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Klein Yará	689	607	429	575	782	781	824	796	582	504	472	519	729	721	649	700
Klein Guerrero	504	443	410	452	727	629	719	691	482	440	406	443	827	664	583	691
Baguette 11	667	706	549	641	829	960	893	894	484	346	347	392	594	603	538	578
Baguette 17	636	669	552	619	861	846	845	851	568	518	536	541	719	644	617	660
Baguette 18	678	624	598	633	817	840	870	842	547	516	326	463	857	651	625	711
BIO INTA 3004	562	583	437	527	666	612	674	650	560	592	509	553	689	526	570	595
ACA 303	567	576	491	544	796	859	873	842	659	626	490	592	603	542	570	572
ACA 315	595	579	471	548	753	788	575	706	529	521	539	530	612	576	488	558
SY 100	643	736	686	688	874	874	843	864	567	486	474	509	732	754	670	719
LE 2330	560	573	531	555	853	826	775	818	485	470	481	479	624	565	537	575
Promedio Inoculación	610	610	515		796	801	789		546	502	458		699	624	585	
Promedio Patógeno	578				795				502				636			
Promedio 2012	687															
Promedio 2013	567															
LSD †	Año = 159,67 † ; Patógeno= 55,595** ; Inoculación =32,224** ; Cultivar= 49,450** ; Año x Cultivar= 119,92** ; Patógeno x Cultivar= 78,629* ; Año x Patógeno x Cultivar= 134,70*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) †; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 25. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Biomasa aérea en EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

Biomasa EC60 (g.m ⁻²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<i>Cultivar</i>																
K. Yará	988	1061	817	955	1263	1201	1212	1225	1121	1162	898	1060	1574	1306	1084	1321
K. Guerrero	933	920	670	841	1441	1254	1268	1321	1302	1228	903	1144	1413	1192	1083	1229
Baguette 11	808	735	736	759	1152	1206	1104	1154	1190	1077	937	1068	1360	1068	993	1140
Baguette 17	1098	1138	893	1043	1661	1359	1213	1411	1467	1160	1185	1271	1478	1389	945	1271
Baguette 18	1236	964	989	1063	1394	1370	1343	1369	1456	1190	1109	1252	1507	1326	939	1257
Bio INTA 3004	962	883	672	839	1409	1400	1467	1425	1293	1195	990	1160	1369	1260	973	1201
ACA 303	919	830	647	799	1405	1477	1400	1427	1347	1130	906	1128	1136	1041	916	1031
ACA 315	953	938	959	950	1292	1216	1170	1226	1205	1178	1041	1141	1156	1106	823	1028
SY 100	1176	914	894	995	1515	1515	1464	1498	1366	1303	1148	1272	1226	1110	866	1067
LE 2330	924	938	754	872	1216	1171	1183	1190	1223	1184	972	1126	1078	1030	827	979
Promedio Inoculación	1000	932	803		1375	1317	1282		1297	1181	1009		1330	1183	945	
Promedio Patógeno		912				1325				1162				1152		
Promedio 2012	1118															
Promedio 2013	1157															
LSD †	Patógeno= 134,64* ; Inoculación =51,766** ; Cultivar= 82,652** ; Año x Patógeno= 150,34* ; Año x Inoculación= 117,03* ; Patógeno x Cultivar= 156,92* ; Año x Patógeno x Cultivar= 203,18*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 26. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación interceptada acumulada en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

RFAi EC39-EC60 (MJ/m ²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	233	219	213	222	251	249	256	252	349	342	296	329	337	328	320	328
Klein Guerrero	211	217	195	208	238	244	239	241	350	320	286	319	348	330	304	328
Baguette 11	193	220	172	195	219	206	211	212	345	314	288	316	327	312	298	312
Baguette 17	209	220	185	205	232	224	217	224	351	320	309	327	333	323	299	318
Baguette 18	200	208	194	201	240	241	240	240	353	318	318	330	335	321	308	321
Bio INTA 3004	193	194	174	187	168	191	211	190	353	332	313	333	327	321	294	314
ACA 303	193	222	186	200	228	230	246	235	351	335	311	333	325	322	299	315
ACA 315	205	220	197	208	245	247	244	245	353	339	335	342	325	317	307	316
SY 100	215	216	198	210	249	248	249	249	347	339	325	337	328	314	304	315
LE 2330	182	185	164	177	184	166	181	177	328	323	305	319	311	292	268	290
Promedio Inoculación	203	212	188		225	225	229		348	328	309		330	318	300	
Promedio Patógeno		201				226				328				316		
Promedio 2012	214															
Promedio 2013	322															
LSD †	Año = 58,532*; Inoculación =8,389** ; Cultivar= 7,990**; Año x Inoculación= 51,703*; Año x Cultivar= 49,819** ; Patógeno x Cultivar= 29,671** ; Año x Patógeno x Cultivar= 46,002*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 27. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación absorbida acumulada en el periodo EC39-EC60 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

RFAa EC39-EC60 (MJ/m²)

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	172	148	146	155	170	146	140	152	230	209	185	208	222	191	183	198
Klein Guerrero	172	159	140	157	173	162	154	163	265	210	184	219	247	224	211	227
Baguette 11	141	142	102	128	158	137	122	139	234	197	193	208	201	203	196	199
Baguette 17	155	149	107	137	150	137	123	137	275	197	193	221	239	184	181	201
Baguette 18	156	140	131	142	167	147	140	151	279	197	212	229	225	180	195	199
Bio INTA 3004	135	123	102	120	117	122	131	123	250	218	202	223	228	191	180	199
ACA 303	143	161	130	145	164	169	162	165	227	222	173	207	212	206	180	199
ACA 315	152	149	144	148	184	170	151	168	225	210	204	212	189	172	182	181
SY 100	166	150	135	150	164	163	158	162	228	200	196	208	203	171	167	180
LE 2330	126	122	114	121	126	102	106	111	211	179	173	187	152	141	143	145
Promedio Inoculación	152	144	125		157	145	139		242	204	191		212	186	182	
Promedio Patógeno	140				147				213				193			
Promedio 2012	144															
Promedio 2013	203															
LSD †	Año = 40,878* ; Inoculación = 5,382** ; Cultivar= 7,454** ; Año x Inoculación= 36,667* ; Patógeno x Inoculación = 7,61* ; Año x Cultivar= 32,574** ; Patógeno x Cultivar= 23,700* ; Inoculación x Cultivar= 13,232** ; Año x Patógeno x Cultivar= 33,614* ; Año x Inoculación x Cultivar= 30,919*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)**

Tabla 28. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación interceptada acumulada en el periodo EC60-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

RFAi EC60-EC82 (MJ/m²)

	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
<u>Cultivar</u>																
Klein Yará	301	290	288	293	253	241	238	244	289	281	255	275	269	245	236	250
Klein Guerrero	278	302	272	284	242	237	230	236	286	277	242	268	282	260	242	261
Baguette 11	286	297	222	268	234	202	204	213	273	267	244	261	263	267	215	248
Baguette 17	261	272	234	255	223	219	198	213	284	269	260	271	278	263	223	255
Baguette 18	256	271	254	260	232	230	220	227	290	265	260	272	272	262	221	252
Bio INTA 3004	269	271	240	260	183	185	202	190	290	266	264	273	271	256	237	255
ACA 303	258	304	247	269	254	248	248	250	292	281	267	280	272	252	243	255
ACA 315	262	289	266	272	241	248	242	244	285	276	268	276	268	248	231	249
SY 100	297	275	258	277	243	231	226	233	278	264	264	268	255	230	228	238
LE 2330	262	267	248	259	202	187	174	188	264	255	250	257	257	228	201	229
Promedio Inoculación	273	284	253		231	223	218		283	270	257		269	251	228	
Promedio Patógeno	270				224				270				249			
Promedio 2012	247															
Promedio 2013	260															
LSD †	Patógeno= 27,828* ; Inoculación =10,606** ; Cultivar= 8,403** ; Año x Cultivar= 58,285** ; Patógeno x Cultivar= 27,277* ; Año x Patógeno x Cultivar= 51,443*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ‡; (p<0,05)*; (p<0,001)*

Tabla 29. Medias de la interacción *Año x Patógeno x Inoculación x Cultivar* de Radiación absorbida acumulada en el periodo EC60-EC82 en un ensayo con tres tratamientos de inoculación con *Py. tritici-repentis* y *P.triticina* en diez cultivares de trigo durante 2012 y 2013

RFAa EC60-EC82 (MJ/m ²)																
	2012								2013							
	Mancha amarilla				Roya de la Hoja				Mancha amarilla				Roya de la Hoja			
	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar	Sin inóculo	BCI	ACI	Promedio Cultivar
Cultivar																
Klein Yarará	187	143	131	154	128	78	74	93	147	109	99	118	98	74	71	81
Klein Guerrero	181	156	128	155	140	103	90	111	193	163	137	165	155	134	107	132
Baguette 11	151	134	69	118	100	63	60	74	182	125	116	141	113	105	92	104
Baguette 17	137	121	63	107	89	75	56	73	236	170	146	184	203	118	131	151
Baguette 18	130	106	88	108	87	74	62	74	240	158	117	172	188	63	98	116
Bio INTA 3004	123	107	79	103	81	69	66	72	216	182	181	193	181	128	139	149
ACA 303	147	142	114	134	120	108	98	109	166	172	107	148	155	105	82	114
ACA 315	154	130	127	137	119	105	89	104	198	185	174	186	174	151	154	160
SY 100	157	118	102	126	106	91	88	95	168	116	141	141	159	109	121	130
LE 2330	140	116	97	118	81	74	56	70	123	89	92	101	86	55	74	72
Promedio Inoculación	151	128	100		105	84	74		187	147	131		151	104	107	
Promedio Patógeno	126				88				155				121			
Promedio 2012	107															
Promedio 2013	138															
LSD †	Patógeno= 20,595* ; Inoculación =7,743** ; Cultivar= 10,221**; Año x Inoculación= 54,203*; Patógeno x Inoculación = 10,95 ₣ ; Año x Cultivar= 14,45** ; Inoculación x Cultivar= 18,277*; Año x Inoculación x Cultivar= 30,86*															

† LSD de factores significativos (p<0,10) ₣; (p<0,05)*; (p<0,001)**

